

---

# **Modulhandbuch**

**Masterstudiengang Mathematik PO 2013**

**Mathematisch-Naturwissenschaftlich-  
Technische Fakultät**

**Sommersemester 2023**

**Prüfungsordnung vom 20.02.2013**

---

**Die weiteren Verwendungsmöglichkeiten der Module in anderen Studiengängen  
können Sie im Digicampus einsehen.**

---

## Übersicht nach Modulgruppen

### 1) Master Mathematik E-PhG: Nebenfach Physische Geographie (ECTS: 18)

|   |    |
|---|----|
| GEO-2027: Aufbaumodul 1 - Physische Geographie (6 ECTS/LP)..... | 13 |
| GEO-2025: Arbeitsmethoden (12 ECTS/LP) * .....                  | 14 |
| GEO-3083: Aufbaumodul 2 - Physische Geographie (6 ECTS/LP)..... | 16 |

### 2) Master Mathematik A: Wahlpflichtbereich Mathematik (ECTS: 36)

|   |    |
|---|----|
| MTH-1480: Algebraische Geometrie (18 ECTS/LP).....                          | 17 |
| MTH-1481: Algebraische Geometrie I (9 ECTS/LP).....                         | 20 |
| MTH-1482: Algebraische Geometrie II (9 ECTS/LP).....                        | 22 |
| MTH-1490: Homologische Algebra (18 ECTS/LP).....                            | 24 |
| MTH-1500: Schematheorie (18 ECTS/LP) * .....                                | 26 |
| MTH-1501: Schematheorie I (9 ECTS/LP) * .....                               | 28 |
| MTH-1502: Schematheorie II (9 ECTS/LP) * .....                              | 30 |
| MTH-1510: Riemannsche Geometrie (9 ECTS/LP).....                            | 32 |
| MTH-1520: Differentialtopologie (9 ECTS/LP).....                            | 34 |
| MTH-1530: Algebraische Topologie (9 ECTS/LP).....                           | 36 |
| MTH-1540: Variationsrechnung (9 ECTS/LP) * .....                            | 37 |
| MTH-1550: Nichtlineare partielle Differentialgleichungen (9 ECTS/LP).....   | 38 |
| MTH-1560: Stochastische Differentialgleichungen (9 ECTS/LP).....            | 39 |
| MTH-1570: Dynamische Systeme (9 ECTS/LP).....                               | 41 |
| MTH-1580: Kontrolltheorie (9 ECTS/LP).....                                  | 42 |
| MTH-1590: Numerik partieller Differentialgleichungen (9 ECTS/LP).....       | 44 |
| MTH-1600: Multiskalenmethoden (9 ECTS/LP).....                              | 46 |
| MTH-1610: Mathematische Modellierung (9 ECTS/LP) * .....                    | 48 |
| MTH-1620: Kombinatorische Optimierung (Optimierung III) (9 ECTS/LP) * ..... | 49 |
| MTH-1660: Mathematische Statistik (Stochastik III) (9 ECTS/LP).....         | 50 |
| MTH-1670: Stochastische Prozesse (Stochastik IV) (9 ECTS/LP) * .....        | 52 |
| MTH-1680: Optimierung IV (Globale Optimierung) (9 ECTS/LP).....             | 54 |
| MTH-1920: Nichtlineare Kontrolltheorie (9 ECTS/LP).....                     | 55 |

---

\* = Im aktuellen Semester wird mindestens eine Lehrveranstaltung für dieses Modul angeboten

|   |    |
|---|----|
| MTH-1960: Quantitative Methoden des Risikomanagements (9 ECTS/LP, Wahlpflicht) *  | 56 |
| MTH-1980: Numerische Verfahren zur Modellreduktion (= Modellreduktion) (9 ECTS/LP)  | 57 |
| MTH-2050: Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I) (9 ECTS/LP) | 58 |
| MTH-2060: Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II) (9 ECTS/LP)                 | 59 |
| MTH-2110: Zins- und Kreditmodelle (9 ECTS/LP, Wahlpflicht)  | 60 |
| MTH-2115: Zeitstetige Finanzmathematik (9 ECTS/LP)  | 62 |
| MTH-2150: Algebraische Zahlentheorie (9 ECTS/LP, Wahlpflicht)   | 64 |
| MTH-2170: Zeitreihenanalyse (Stochastik IV) (9 ECTS/LP)   | 65 |
| MTH-2220: Adaptive Finite Elemente-Verfahren (9 ECTS/LP, Wahlpflicht) *   | 66 |
| MTH-2250: Symplectic Geometry (9 ECTS/LP)   | 68 |
| MTH-2270: Algebraische Topologie (Vertiefung) (9 ECTS/LP) *   | 69 |
| MTH-2320: Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation (9 ECTS/LP, Wahlpflicht)   | 70 |
| MTH-2340: Holomorphic curves - an introduction to the modern methods of symplectic geometry (9 ECTS/LP, Wahlpflicht) *              | 71 |
| MTH-2490: Endliche Körper (9 ECTS/LP)   | 73 |
| MTH-2520: Algebraic groups and homogeneous spaces (9 ECTS/LP)   | 74 |
| MTH-2530: Perverse Garben (9 ECTS/LP)   | 75 |
| MTH-2540: Floer Homologie (9 ECTS/LP)   | 76 |
| MTH-2590: Topics in Galois Fields (9 ECTS/LP)   | 77 |
| MTH-2640: Kategorientheorie (9 ECTS/LP)   | 79 |
| MTH-2650: Homotopietheorie (9 ECTS/LP)  | 80 |
| MTH-2690: Inverse Probleme (9 ECTS/LP) *  | 81 |
| MTH-2710: Homotopische Algebra (18 ECTS/LP)   | 82 |
| MTH-3250: Komplexe Geometrie (9 ECTS/LP)  | 83 |
| MTH-3265: Lie-Gruppen und homogene Räume (9 ECTS/LP)  | 84 |
| MTH-3280: Nonlinear Functional Analysis (9 ECTS/LP)   | 85 |
| MTH-3500: Spezielle Kapitel der Algebra (3 ECTS/LP)   | 86 |
| MTH-3510: Spezielle Kapitel der Analysis (3 ECTS/LP)  | 87 |
| MTH-3520: Spezielle Kapitel der Geometrie (3 ECTS/LP)   | 88 |
| MTH-3530: Spezielle Kapitel der Optimierung (3 ECTS/LP)   | 89 |

|   |    |
|---|----|
| MTH-3540: Spezielle Kapitel der Stochastik (3 ECTS/LP).....   | 90 |
| MTH-3550: Spezielle Kapitel der Numerik (3 ECTS/LP).....  | 91 |
| MTH-3560: Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung (9 ECTS/LP).....                                   | 92 |
| MTH-3580: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis (6 ECTS/LP).....                               | 93 |
| MTH-3590: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten (9 ECTS/LP)..... | 94 |
| MTH-9622: Elemente der geometrischen Maßtheorie (6 ECTS/LP).....  | 95 |

### 3) Master Mathematik B: Mathematische Seminare (ECTS: 12)

|   |     |
|---|-----|
| MTH-1340: Seminar zur Algebra (6 ECTS/LP).....  | 96  |
| MTH-1360: Seminar zur Analysis (6 ECTS/LP) * .....  | 98  |
| MTH-1380: Seminar zur Geometrie (6 ECTS/LP) * .....   | 100 |
| MTH-1400: Seminar zur Optimierung (6 ECTS/LP) * .....   | 103 |
| MTH-1410: Seminar zur Stochastik (6 ECTS/LP) * .....  | 105 |
| MTH-1640: Oberseminar zur Optimierung (6 ECTS/LP) * .....   | 108 |
| MTH-1720: Oberseminar zur Algebra (6 ECTS/LP) * .....   | 109 |
| MTH-1730: Oberseminar zur Analysis (6 ECTS/LP) * .....  | 110 |
| MTH-1740: Oberseminar zur Differentialgeometrie (= Oberseminar zur Geometrie) (6 ECTS/LP) * ..... | 112 |
| MTH-1750: Oberseminar zur Numerik (6 ECTS/LP) * .....   | 113 |
| MTH-1760: Oberseminar zur Stochastik (6 ECTS/LP) * .....  | 115 |
| MTH-2090: Seminar zur Numerik (6 ECTS/LP) * .....   | 117 |

### 4) Master Mathematik C: Softwareprojekt (ECTS: 6)

|   |     |
|---|-----|
| MTH-1770: Mathematisches Softwareprojekt (6 ECTS/LP)..... | 120 |
|---|-----|

### 5) Master Mathematik D: Wahlbereich (ECTS: 18)

|  |     |
|--|-----|
| MTH-1320: Vorbereitungsmodul (6 ECTS/LP) * .....     | 121 |
| MTH-1480: Algebraische Geometrie (18 ECTS/LP).....   | 122 |
| MTH-1481: Algebraische Geometrie I (9 ECTS/LP).....  | 125 |
| MTH-1482: Algebraische Geometrie II (9 ECTS/LP)..... | 127 |
| MTH-1490: Homologische Algebra (18 ECTS/LP).....     | 129 |
| MTH-1500: Schematheorie (18 ECTS/LP) * .....         | 131 |

---

\* = Im aktuellen Semester wird mindestens eine Lehrveranstaltung für dieses Modul angeboten

|   |     |
|---|-----|
| MTH-1501: Schematheorie I (9 ECTS/LP) *   | 133 |
| MTH-1502: Schematheorie II (9 ECTS/LP) *  | 135 |
| MTH-1660: Mathematische Statistik (Stochastik III) (9 ECTS/LP)  | 137 |
| MTH-1680: Optimierung IV (Globale Optimierung) (9 ECTS/LP)  | 139 |
| MTH-1690: Parabolische partielle Differentialgleichungen (9 ECTS/LP)                                      | 140 |
| MTH-1930: Lebensversicherungsmathematik (5 ECTS/LP)   | 141 |
| MTH-1940: String Topology (9 ECTS/LP)   | 143 |
| MTH-1950: Codierungstheorie (6 ECTS/LP) *   | 144 |
| MTH-1960: Quantitative Methoden des Risikomanagements (9 ECTS/LP) *                                       | 146 |
| MTH-1970: Liegruppen und ihre Darstellungen (9 ECTS/LP)   | 147 |
| MTH-1980: Numerische Verfahren zur Modellreduktion (= Modellreduktion) (9 ECTS/LP)                        | 149 |
| MTH-1990: Algebraische Graphentheorie (3 ECTS/LP)   | 150 |
| MTH-1991: Graphentheorie (9 ECTS/LP)  | 152 |
| MTH-2000: Financial Optimization (3 ECTS/LP)  | 153 |
| MTH-2030: Parametrische Optimierung (5 ECTS/LP)   | 154 |
| MTH-2110: Zins- und Kreditmodelle (9 ECTS/LP)   | 156 |
| MTH-2115: Zeitstetige Finanzmathematik (9 ECTS/LP)  | 158 |
| MTH-2130: Seminar zur Codierungstheorie (6 ECTS/LP)   | 160 |
| MTH-2140: Mathematik der Allgemeinen Relativitätstheorie (6 ECTS/LP)                                      | 161 |
| MTH-2150: Algebraische Zahlentheorie (9 ECTS/LP)  | 163 |
| MTH-2170: Zeitreihenanalyse (Stochastik IV) (9 ECTS/LP)   | 164 |
| MTH-2182: Generalisierte Lineare Modelle II (3 ECTS/LP)   | 165 |
| MTH-2210: Stochastische Evolutionsgleichungen (9 ECTS/LP) *   | 166 |
| MTH-2270: Algebraische Topologie (Vertiefung) (9 ECTS/LP) *   | 167 |
| MTH-2280: Stochastische Modelle für Finanz- und Energiemärkte (3 ECTS/LP)                                 | 168 |
| MTH-2320: Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation (9 ECTS/LP)  | 169 |
| MTH-2340: Holomorphic curves - an introduction to the modern methods of symplectic geometry (9 ECTS/LP) * | 170 |
| MTH-2350: Modellkategorien (9 ECTS/LP)  | 172 |
| MTH-2380: Bayessche Statistik und Ökonometrie (6 ECTS/LP)   | 174 |
| MTH-2450: Seminar zur Kombinatorik (6 ECTS/LP)  | 176 |

|   |     |
|---|-----|
| MTH-2470: Markovketten (9 ECTS/LP).....                                   | 177 |
| MTH-2490: Endliche Körper (9 ECTS/LP).....                                | 179 |
| MTH-2510: Advanced Methods in Machine Learning (3 ECTS/LP).....           | 180 |
| MTH-2511: Advanced Methods in Machine Learning II (3 ECTS/LP).....        | 181 |
| MTH-2520: Algebraic groups and homogeneous spaces (9 ECTS/LP).....        | 182 |
| MTH-2530: Perverse Garben (9 ECTS/LP).....                                | 183 |
| MTH-2540: Floer Homologie (9 ECTS/LP).....                                | 184 |
| MTH-2581: Advanced Survival Analysis (8 ECTS/LP) *.....                   | 185 |
| MTH-2600: Nichtparametrische Statistik (6 ECTS/LP).....                   | 187 |
| MTH-2640: Kategorientheorie (9 ECTS/LP).....                              | 188 |
| MTH-2650: Homotopietypentheorie (9 ECTS/LP).....                          | 189 |
| MTH-2690: Inverse Probleme (9 ECTS/LP) *.....                             | 190 |
| MTH-2710: Homotopische Algebra (18 ECTS/LP).....                          | 191 |
| MTH-2720: Nicht-kommutative Ring- und Modultheorie (9 ECTS/LP).....       | 192 |
| MTH-3000: Spezielle Kapitel der Geometrie (6 ECTS/LP).....                | 194 |
| MTH-3001: Spezielle Kapitel der Geometrie (9 ECTS/LP).....                | 195 |
| MTH-3210: Spin-Geometrie (9 ECTS/LP).....                                 | 196 |
| MTH-3220: Ausgewählte Themen der geometrischen Topologie (9 ECTS/LP)..... | 197 |
| MTH-3240: Morse Homologie (9 ECTS/LP).....                                | 198 |
| MTH-3250: Komplexe Geometrie (9 ECTS/LP).....                             | 199 |
| MTH-3260: Transformationsgruppen (9 ECTS/LP).....                         | 200 |
| MTH-3265: Lie-Gruppen und homogene Räume (9 ECTS/LP).....                 | 201 |
| MTH-3270: Algebraische K-Theorie (3 ECTS/LP).....                         | 202 |
| MTH-3280: Nonlinear Functional Analysis (9 ECTS/LP).....                  | 203 |
| MTH-3290: Einführung in die Himmelsmechanik (3 ECTS/LP).....              | 204 |
| MTH-3300: Mathematische Physik (9 ECTS/LP) *.....                         | 205 |
| MTH-3500: Spezielle Kapitel der Algebra (3 ECTS/LP).....                  | 206 |
| MTH-3510: Spezielle Kapitel der Analysis (3 ECTS/LP).....                 | 207 |
| MTH-3520: Spezielle Kapitel der Geometrie (3 ECTS/LP).....                | 208 |
| MTH-3530: Spezielle Kapitel der Optimierung (3 ECTS/LP).....              | 209 |
| MTH-3540: Spezielle Kapitel der Stochastik (3 ECTS/LP).....               | 210 |

|  |     |
|--|-----|
| MTH-3550: Spezielle Kapitel der Numerik (3 ECTS/LP).....   | 211 |
| MTH-3560: Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung (9 ECTS/LP).....  | 212 |
| MTH-3570: Lesekurs Dynamische Systeme (6 ECTS/LP).....   | 213 |
| MTH-3580: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis (6 ECTS/LP).....  | 214 |
| MTH-3590: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten (9 ECTS/LP).....                                  | 215 |
| MTH-9622: Elemente der geometrischen Maßtheorie (6 ECTS/LP).....   | 216 |
| MTH-1780: Ergodentheorie und Asymptotik von stochastischen Prozessen (6 ECTS/LP).....  | 217 |
| MTH-1790: Konvex- und Integralgeometrie mit Anwendungen (6 ECTS/LP).....   | 218 |
| MTH-1810: Topologische Kombinatorik (9 ECTS/LP).....   | 220 |
| MTH-1820: Entropie und Information (6 ECTS/LP).....  | 222 |
| MTH-1830: Zeitdiskrete Martingale (3 ECTS/LP).....   | 223 |
| MTH-1850: Einführung in die Codierungstheorie (3 ECTS/LP).....   | 224 |
| MTH-1860: Einführung in die Projektive Geometrie (6 ECTS/LP).....  | 226 |
| MTH-1870: Mathematische Eichtheorie (9 ECTS/LP).....   | 228 |
| MTH-1890: Poissonsche Korn-Modelle und Integralgeometrie (6 ECTS/LP).....  | 229 |
| MTH-1900: Einführung in die Kryptographie (6 ECTS/LP).....   | 231 |
| MTH-2010: Numerik Stochastischer Differentialgleichungen (6 ECTS/LP).....  | 233 |
| MTH-2100: Design Theorie (3 ECTS/LP).....  | 235 |
| MTH-2220: Adaptive Finite Elemente-Verfahren (9 ECTS/LP) * .....   | 236 |
| MTH-2260: Zufällige Markierte Punktprozesse mit Anwendungen (6 ECTS/LP).....   | 238 |
| MTH-2300: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Funktionalanalysis (6 ECTS/LP).....  | 239 |
| MTH-2330: Ergodentheorie und zufällige Dynamische Systeme (6 ECTS/LP).....   | 241 |
| MTH-2400: Poissonsche Keim-Korn Modelle (6 ECTS/LP).....   | 242 |
| MTH-2050: Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I) (9 ECTS/LP)..... | 243 |
| MTH-2060: Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II) (9 ECTS/LP).....                 | 244 |
| MTH-1510: Riemannsche Geometrie (9 ECTS/LP).....   | 245 |
| MTH-1520: Differentialtopologie (9 ECTS/LP).....   | 247 |
| MTH-1540: Variationsrechnung (9 ECTS/LP) * .....   | 249 |
| MTH-1550: Nichtlineare partielle Differentialgleichungen (9 ECTS/LP).....  | 250 |

|   |     |
|---|-----|
| MTH-1560: Stochastische Differentialgleichungen (9 ECTS/LP).....            | 251 |
| MTH-1570: Dynamische Systeme (9 ECTS/LP).....                               | 253 |
| MTH-1580: Kontrolltheorie (9 ECTS/LP).....                                  | 254 |
| MTH-1590: Numerik partieller Differentialgleichungen (9 ECTS/LP).....       | 256 |
| MTH-1600: Multiskalenmethoden (9 ECTS/LP).....                              | 258 |
| MTH-1610: Mathematische Modellierung (9 ECTS/LP) * .....                    | 260 |
| MTH-1620: Kombinatorische Optimierung (Optimierung III) (9 ECTS/LP) * ..... | 261 |
| MTH-1670: Stochastische Prozesse (Stochastik IV) (9 ECTS/LP) * .....        | 262 |
| MTH-1920: Nichtlineare Kontrolltheorie (9 ECTS/LP).....                     | 264 |
| MTH-2250: Symplectic Geometry (9 ECTS/LP).....                              | 265 |

## **6) Master Mathematik E-W: Nebenfach Wirtschaftswissenschaften (ECTS: 18)**

|   |     |
|---|-----|
| WIW-5006: Computational Macroeconomics (6 ECTS/LP).....   | 266 |
| WIW-5072: Supply Chain Management I (6 ECTS/LP).....  | 268 |
| WIW-5138: Advanced Services Marketing (6 ECTS/LP).....  | 270 |
| WIW-5163: Finanzwissenschaftliche Steuerlehre (6 ECTS/LP).....  | 272 |
| WIW-5177: Controlling (6 ECTS/LP) * .....   | 274 |
| WIW-5191: Behavioural Controlling (6 ECTS/LP) * .....   | 276 |
| WIW-5223: Decision Optimization (6 ECTS/LP).....  | 278 |
| WIW-5224: Analytics & Optimization: Methods & Software (6 ECTS/LP) * .....  | 279 |
| WIW-5227: Revenue Management (6 ECTS/LP) * .....  | 280 |
| WIW-5232: Analytics & Optimization: Applications (6 ECTS/LP).....   | 282 |
| WIW-5259: Projekt: Data Science (6 ECTS/LP) * .....   | 283 |
| WIW-5047: Seminar Finanzmarktökonomie (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....   | 285 |
| WIW-5021: Analysis and Valuation Basic I: Unternehmensplanung und -analyse (6 ECTS/LP,<br>Wahlpflicht) * .....              | 287 |
| WIW-5022: Analysis and Valuation Advanced I: Unternehmensbewertung (6 ECTS/LP,<br>Wahlpflicht).....                         | 289 |
| WIW-5023: International Accounting Advanced I: Rechnungslegung Internationaler Unternehmen (6<br>ECTS/LP, Wahlpflicht)..... | 291 |
| WIW-5024: Hauptseminar (Accounting Research Seminar) (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....                                       | 293 |
| WIW-5158: Seminar Industrial Economics of Financial Services (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....                               | 295 |
| WIW-5028: Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....                                    | 297 |



|   |     |
|---|-----|
| WIW-5026: Financial Engineering und Structured Finance (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....                      | 299 |
| WIW-5048: Seminar Bank- und Finanzmanagement (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....                                | 301 |
| WIW-5049: Seminar Empirical Finance (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....   | 303 |
| WIW-5117: Consumer Behavior: Werbung I (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....                                      | 305 |
| WIW-5109: Consumer Behavior: Hausarbeit (Empirische Forschung) (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * ....            | 306 |
| WIW-5126: Consumer Behavior: Hausarbeit zu Werbetheorien (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....                 | 307 |
| WIW-5114: Corporate Governance: Theorie (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....                                     | 308 |
| WIW-5115: Corporate Governance: Research (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....                                 | 310 |
| WIW-5136: Services Marketing: Research (Master) (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....                          | 311 |
| WIW-5094: Information Systems Research (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....                                   | 313 |
| WIW-5093: Global E-Business and Electronic Markets (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....                       | 315 |
| WIW-5133: Human Resources: Personalmanagement (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....                            | 317 |
| WIW-5096: Performance Analysis of Stochastic Systems (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....                        | 319 |
| WIW-5090: Seminar Health Care Operations Management (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....                      | 321 |
| WIW-5102: Advanced Management Support (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....                                    | 323 |
| WIW-5150: Seminar zur empirischen Makroökonomik (Master) (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....                    | 325 |
| WIW-5160: Gesundheitsökonomik - Health Economics (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....                            | 326 |
| WIW-5151: Seminar Gesundheitsökonomik (Master) (6 ECTS/LP, Wahlpflicht).....                              | 328 |
| WIW-5159: Wettbewerbstheorie und -politik (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....                                | 329 |
| WIW-5157: Seminar Industrial Economics and Information (Master) (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....          | 331 |
| WIW-5153: Finanzintermediation und Regulierung (Stabilität im Finanzsektor) (6 ECTS/LP, Wahlpflicht)..... | 333 |
| WIW-5161: Umweltökonomik (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....   | 335 |
| WIW-5154: Internationale Umweltpolitik II (6 ECTS/LP, Wahlpflicht) * .....                                | 337 |

## **7) Master Mathematik E-I: Nebenfach Informatik (ECTS: 18)**

|   |     |
|---|-----|
| INF-0043: Einführung in die algorithmische Geometrie (5 ECTS/LP)..... | 339 |
| INF-0044: Einführung in parallele Algorithmen (5 ECTS/LP).....        | 340 |
| INF-0045: Flüsse in Netzwerken (8 ECTS/LP) * .....                    | 342 |
| INF-0051: Algorithmen für NP-harte Probleme (8 ECTS/LP).....          | 344 |
| INF-0052: Einführung in die Komplexitätstheorie (5 ECTS/LP).....      | 346 |
| INF-0053: I/O-effiziente Algorithmen (5 ECTS/LP).....                 | 348 |

|   |     |
|---|-----|
| INF-0054: Datenstrukturen (8 ECTS/LP).....  | 350 |
| INF-0056: Online-Algorithmen (5 ECTS/LP).....   | 352 |
| INF-0058: Seminar Algorithmen und Datenstrukturen für Master (4 ECTS/LP).....           | 354 |
| INF-0077: Suchmaschinen (8 ECTS/LP).....  | 355 |
| INF-0078: Datenbankprogrammierung (Oracle) (5 ECTS/LP).....                             | 357 |
| INF-0087: Multimedia Grundlagen I (8 ECTS/LP).....                                      | 359 |
| INF-0088: Bayesian Networks (5 ECTS/LP) *.....  | 361 |
| INF-0092: Multimedia II: Machine Learning and Computer Vision (8 ECTS/LP) *.....        | 363 |
| INF-0093: Probabilistic Robotics (5 ECTS/LP).....                                       | 365 |
| INF-0129: Softwaretechnik II (8 ECTS/LP).....   | 367 |
| INF-0130: Formale Methoden im Software Engineering (8 ECTS/LP) *.....                   | 369 |
| INF-0131: Software- und Systemsicherheit (8 ECTS/LP).....                               | 371 |
| INF-0133: Selbstorganisierende, adaptive Systeme (8 ECTS/LP).....                       | 373 |
| INF-0147: Prozessorarchitektur (5 ECTS/LP).....   | 375 |
| INF-0149: Praktikum Eingebettete Systeme (5 ECTS/LP).....                               | 377 |
| INF-0150: Hardware-Entwurf (8 ECTS/LP).....   | 379 |
| INF-0166: Multimedia Grundlagen II (8 ECTS/LP) *.....                                   | 381 |
| INF-0179: Einführung in die Spieleprogrammierung (8 ECTS/LP) *.....                     | 383 |
| INF-0183: Praktikum Spieleprogrammierung (8 ECTS/LP).....                               | 385 |
| INF-0201: Platzeffiziente Algorithmen (5 ECTS/LP) *.....                                | 386 |
| INF-0207: Reinforcement Learning (8 ECTS/LP).....                                       | 388 |
| INF-0233: Industrierobotik (8 ECTS/LP).....   | 390 |
| INF-0277: Analyzing Massive Data Sets (8 ECTS/LP) *.....                                | 392 |
| INF-0293: Advanced Deep Learning (8 ECTS/LP).....                                       | 394 |
| INF-0307: Modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software Systemen (6 ECTS/LP)..... | 396 |
| INF-0309: Echtzeitsysteme (8 ECTS/LP).....  | 398 |
| INF-0310: Perlen der Algorithmik (5 ECTS/LP).....                                       | 400 |
| INF-0315: Deep Learning (5 ECTS/LP) *.....  | 402 |
| INF-0335: Safety-Critical Systems (5 ECTS/LP) *.....                                    | 404 |
| INF-0362: Grundlagen verteilter und paralleler Systeme (6 ECTS/LP).....                 | 406 |
| INF-0367: Advanced Machine Learning and Computer Vision (5 ECTS/LP).....                | 408 |

|  |     |
|--|-----|
| INF-0371: Approximation Algorithms (5 ECTS/LP).....                        | 410 |
| INF-0383: Algorithmen für Big Data (5 ECTS/LP) *.....                      | 412 |
| INF-0428: Praktikum Programming Parallel Embedded Systems (5 ECTS/LP)..... | 414 |

## **8) Master Mathematik E-Phy: Nebenfach Physik (ECTS: 18)**

|   |     |
|---|-----|
| PHM-0049: Nanostructures / Nanophysics (6 ECTS/LP) *.....                             | 416 |
| PHM-0053: Chemical Physics I (6 ECTS/LP).....   | 418 |
| PHM-0054: Chemical Physics II (6 ECTS/LP).....  | 420 |
| PHM-0056: Ion-Solid Interaction (6 ECTS/LP).....                                      | 422 |
| PHM-0057: Physics of Thin Films (6 ECTS/LP).....                                      | 424 |
| PHM-0059: Magnetism (6 ECTS/LP) *.....  | 426 |
| PHM-0060: Low Temperature Physics (6 ECTS/LP).....                                    | 428 |
| PHM-0063: Physik der Atmosphäre I (6 ECTS/LP).....                                    | 430 |
| PHM-0065: Physik der Atmosphäre II (6 ECTS/LP) *.....                                 | 432 |
| PHM-0066: Superconductivity (6 ECTS/LP).....  | 434 |
| PHM-0067: Complex Materials: Fundamentals and Applications (8 ECTS/LP) *.....         | 436 |
| PHM-0068: Spintronics (6 ECTS/LP).....  | 438 |
| PHM-0069: Applied Magnetic Materials and Methods (6 ECTS/LP).....                     | 440 |
| PHM-0071: Nonequilibrium Statistical Physics (8 ECTS/LP).....                         | 442 |
| PHM-0079: Theorie der Phasenübergänge (8 ECTS/LP).....                                | 444 |
| PHM-0082: Ungeordnete Systeme (8 ECTS/LP).....  | 446 |
| PHM-0083: Computational Physics and Materials Science (8 ECTS/LP).....                | 448 |
| PHM-0084: Theorie der kondensierten Materie (8 ECTS/LP) *.....                        | 450 |
| PHM-0085: Theoretische Biophysik (8 ECTS/LP).....                                     | 452 |
| PHM-0086: Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme (8 ECTS/LP).....              | 454 |
| PHM-0087: Basics of Quantum Computing (8 ECTS/LP).....                                | 456 |
| PHM-0117: Surfaces and Interfaces (6 ECTS/LP).....                                    | 458 |
| PHM-0187: Mathematik und Physik der Raum-Zeit (8 ECTS/LP).....                        | 460 |
| PHM-0193: Plasma-Material-Wechselwirkung (6 ECTS/LP) *.....                           | 462 |
| PHM-0219: Moderne Optik (6 ECTS/LP).....  | 464 |
| PHM-0225: Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists (6 ECTS/LP)..... | 466 |

|  |     |
|--|-----|
| PHM-0226: Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists (6 ECTS/LP) *      | 467 |
| PHM-0046: Theoretische Festkörperphysik (8 ECTS/LP)                                      | 469 |
| PHM-0044: Experimentelle Festkörperphysik (8 ECTS/LP)                                    | 471 |
| PHM-0070: Vielteilchentheorie (8 ECTS/LP)  | 474 |
| PHM-0073: Relativistische Quantenfeldtheorie (8 ECTS/LP)                                 | 476 |
| PHM-0075: Allgemeine Relativitätstheorie (8 ECTS/LP)                                     | 478 |
| PHM-0077: Theorie des Magnetismus (8 ECTS/LP) *  | 480 |
| PHM-0080: Theorie der Supraleitung (8 ECTS/LP)   | 482 |
| PHM-0048: Physics and Technology of Semiconductor Devices (6 ECTS/LP) *                  | 484 |
| PHM-0052: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons (6 ECTS/LP) * | 486 |
| PHM-0133: Physik der Gläser (6 ECTS/LP)  | 488 |
| PHM-0058: Organic Semiconductors (6 ECTS/LP) *   | 490 |
| PHM-0051: Biophysics and Biomaterials (6 ECTS/LP) *                                      | 492 |
| PHM-0061: Plasmaphysik und Fusionsforschung (6 ECTS/LP) *                                | 494 |
| PHM-0102: Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie (4 ECTS/LP) *                  | 496 |
| PHM-0192: Erweiterungsmodul Physik (2 ECTS/LP)   | 498 |

## 9) Master Mathematik E-HG: Nebenfach Humangeographie (ECTS: 18)

|   |     |
|---|-----|
| GEO-2026: Aufbaumodul 1 - Humangeographie (6 ECTS/LP) * | 499 |
| GEO-3082: Aufbaumodul 2 - Humangeographie (6 ECTS/LP) * | 501 |
| GEO-2025: Arbeitsmethoden (12 ECTS/LP) *                | 503 |

## 10) Master Mathematik E-Phi: Philosophie (ECTS: 18)

|   |     |
|---|-----|
| PHI-0209: MPhil 1: Orientierungs- und Wahlbereich (18 ECTS/LP)  | 505 |
| PHI-0210: MPhil 2: Aktualität der Klassiker (18 ECTS/LP) *  | 506 |
| PHI-0211: MPhil 3: Probleme und Perspektiven der analytischen Philosophie und Wissenschaftstheorie (18 ECTS/LP) * | 510 |
| PHI-0212: MPhil 4: Probleme und Perspektiven der Philosophischen Ethik (18 ECTS/LP) *                             | 515 |
| PHI-0213: MPhil 5: Probleme und Perspektiven der Metaphysik und Religionsphilosophie (18 ECTS/LP) *               | 518 |

## 11) Master Mathematik F: Abschlussleistung (ECTS: 30)

|  |     |
|--|-----|
| MTH-2020: Masterarbeit mit Kolloquium (30 ECTS/LP) | 520 |
|--|-----|

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul GEO-2027: Aufbaumodul 1 - Physische Geographie</b><br><i>Advanced Module 1 - Physical Geography</i>   |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 2.0.0 (seit SoSe16 bis SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Dr. Cecile Remy  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Thematische und ggf. regionale Vertiefung eines physisch-geographischen Themengebietes, z.B. Globaler Wandel, Umweltschutz, Stadtökologie, Landschaftshaushalt, Vegetationsgeschichte, biochemische Kreisläufe, Extremereignisse; Afrika, Indien, Mittelmeerraum, Alpen   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden können vertieftes Wissen zu einem speziellen Thema der Physischen Geographie erklären und den aktuellen Stand der Forschung darlegen. Die Studierenden können die wichtigsten Prinzipien, Theorien und Methoden zum jeweiligen Thema analysieren, einschätzen und kritisch beurteilen. Zudem können die Studierenden Thesen zu ausgewählten Themen aufstellen und Lösungswege vorschlagen. Die Studierenden können eine fachwissenschaftliche Diskussion organisieren und moderieren sowie eine eigene Argumentation entwickeln und verteidigen. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Bestandene Grundlagenveranstaltungen Physische Geographie 1, Physische Geographie 2, Humangeographie 1 und Humangeographie 2 (Nachweis durch Vorlage des StudIS Auszugs).   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>                      | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Moduleile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: GEO-2027 Spezialvorlesung Physische Geographie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich<br><b>SWS:</b> 2  |   |  |
| <b>Modulteil: GEO-2027 Begleitseminar zur Spezialvorlesung Physische Geographie</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich<br><b>SWS:</b> 2   |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Aufbaumodul 1 - Physische Geographie</b><br>Kurzprüfung, mündl. Prüfung (15 Min.) oder Klausur  |   |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul GEO-2025: Arbeitsmethoden</b><br><i>Practical Methods</i>  |   | 12 ECTS/LP   |
| Version 1.1.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Dr. Cecile Remy   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Das Übungsangebot umfasst u.a. empirische Erhebungen, qualitative Methoden der Humangeographie, rechnergestützte Datenanalyse und Modellierung, Messmethoden, Geländepraktika, Laboranalysen, Anwendungen der Fernerkundung, Simulationen sowie Geodatenanalyse und -visualisierung mit Geographischen Informationssystemen.   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Dieses Modul ermöglicht den Studierenden die Aneignung grundlegender geographischer Arbeitsmethoden. Die Studierenden sind nach dem Besuch dieses Moduls in der Lage eine spezifische Arbeitsmethode der Geographie (je nach gewählter Veranstaltung) zu beschreiben, diese Methode selbständig im richtigen Kontext einzusetzen und deren Ergebnisse auszuwerten sowie ihren Einsatz zu klassifizieren. Der Fokus liegt hier auf dem Erlernen und Üben der spezifischen Methode(n). |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 360 Std.  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 3.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>2 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Moduleile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Übung Kartographie II</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 4.0   |   |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Vorlesung / Übung Geoinformationssysteme &amp; Kartographie II (Gruppe 1)</b> (Vorlesung + Übung)<br><b>Vorlesung / Übung Geoinformationssysteme &amp; Kartographie II (Gruppe 2)</b> (Vorlesung + Übung)<br><b>Vorlesung / Übung Geoinformationssysteme &amp; Kartographie II (Gruppe 3)</b> (Vorlesung + Übung)   |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Kartographie II</b><br>praktische Prüfung  |   |  |
| <b>Moduleile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Praktische Arbeitsmethoden</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 4.0   |   |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Biogeographische Geländeübung</b> (Übung)   |   |  |

|   |
|---|
| <p><b>Geographische Datenanalyse und -visualisierung mit R (Übung)</b></p> <p><b>Globale Wasserspeicher im Klimawandel (Übung)</b></p> <p><b>Immobilienmarkt- und Immobilienwertermittlung (Übung)</b></p> <p><b>Innenstadt- und Einzelhandelsentwicklung in Augsburg (Übung)</b></p> <p><b>Klimaresilienz von Kulturökosystemen in der Praxis (Übung)</b></p> <p><b>Paläobotanische Geländeübung (Übung)</b></p> <p><b>Physisch-geographisches Geländepraktikum (Übung)</b></p> <p>Das Geländepraktikum für Anfänger führt uns in den Raum Dinkelscherben. Dabei lernen Sie im Gelände die grundlegenden Methoden der Physischen Geographie aus den Bereichen Geomorphologie, Geologie, Vegetationsgeographie und Bodenkunde kennen. Neben der verpflichtenden Anwesenheit vor Ort werden Sie einen Praktikumsbericht als Gruppenarbeit von voraussichtlich je drei Personen anfertigen. Das Praktikum ist viertägig i.d.R. von 9.00 bis 16 Uhr (Freitag, 28.4., Samstag, 29.4. sowie Freitag, 5.5. und Samstag 6.5.2023). Die Anreise ist individuell. Ich empfehle Ihnen, Fahrgemeinschaften zu bilden. Weitere Informationen folgen rechtzeitig vor Veranstaltungsbeginn!</p> <p><b>Stadtklimamodellierung mit ENVImet (Übung)</b></p>  |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Praktische Arbeitsmethoden (1)</b></p> <p>praktische Prüfung, unbenotet</p>   |
| <p><b>Modulteile</b></p>  |
| <p><b>Modulteil: Praktische Arbeitsmethoden</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>SWS:</b> 2</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 4.0</p>  |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Biogeographische Geländeübung (Übung)</b></p> <p><b>Geographische Datenanalyse und -visualisierung mit R (Übung)</b></p> <p><b>Globale Wasserspeicher im Klimawandel (Übung)</b></p> <p><b>Immobilienmarkt- und Immobilienwertermittlung (Übung)</b></p> <p><b>Innenstadt- und Einzelhandelsentwicklung in Augsburg (Übung)</b></p> <p><b>Klimaresilienz von Kulturökosystemen in der Praxis (Übung)</b></p> <p><b>Paläobotanische Geländeübung (Übung)</b></p> <p><b>Physisch-geographisches Geländepraktikum (Übung)</b></p> <p>Das Geländepraktikum für Anfänger führt uns in den Raum Dinkelscherben. Dabei lernen Sie im Gelände die grundlegenden Methoden der Physischen Geographie aus den Bereichen Geomorphologie, Geologie, Vegetationsgeographie und Bodenkunde kennen. Neben der verpflichtenden Anwesenheit vor Ort werden Sie einen Praktikumsbericht als Gruppenarbeit von voraussichtlich je drei Personen anfertigen. Das Praktikum ist viertägig i.d.R. von 9.00 bis 16 Uhr (Freitag, 28.4., Samstag, 29.4. sowie Freitag, 5.5. und Samstag 6.5.2023). Die Anreise ist individuell. Ich empfehle Ihnen, Fahrgemeinschaften zu bilden. Weitere Informationen folgen rechtzeitig vor Veranstaltungsbeginn!</p> <p><b>Stadtklimamodellierung mit ENVImet (Übung)</b></p> |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Praktische Arbeitsmethoden (2)</b></p> <p>praktische Prüfung, unbenotet</p>   |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul GEO-3083: Aufbaumodul 2 - Physische Geographie</b><br><i>Advanced Module 2 - Physical Geography</i>   |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 2.0.0 (seit SoSe16 bis SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Dr. Cecile Remy  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Thematische und ggf. regionale Vertiefung eines physisch-geographischen Themengebietes, z.B. Globaler Wandel, Umweltschutz, Stadtökologie, Landschaftshaushalt, Vegetationsgeschichte, biochemische Kreisläufe, Extremereignisse; Afrika, Indien, Mittelmeerraum, Alpen.  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden können vertieftes Wissen zu einem speziellen Thema der Physischen Geographie erklären und den aktuellen Stand der Forschung darlegen. Die Studierenden können die wichtigsten Prinzipien, Theorien und Methoden zum jeweiligen Thema analysieren, einschätzen und kritisch beurteilen. Zudem können die Studierenden Thesen zu ausgewählten Themen aufstellen und Lösungswege vorschlagen. Die Studierenden können eine fachwissenschaftliche Diskussion organisieren und moderieren sowie eine eigene Argumentation entwickeln und verteidigen. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Bestandene Grundlagenveranstaltungen Physische Geographie 1, Physische Geographie 2, Humangeographie 1 und Humangeographie 2 (Nachweis durch Vorlage des StudIS Auszugs).   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>5. - 8.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: GEO-3083 Spezialvorlesung Physische Geographie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2   |   |  |
| <b>Modulteil: GEO-3083 Begleitseminar zur Spezialvorlesung Physische Geographie</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Aufbaumodul 2 - Physische Geographie</b><br>Kurzprüfung, mündl. Prüfung (15 Min.) oder Klausur  |   |  |



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1480: Algebraische Geometrie</b><br><i>Algebraic geometry</i>   |   | 18 ECTS/LP                                      |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Im Rahmen der Vorlesung haben die Studenten gelernt, ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen anhand konkreter Probleme aus der algebraischen Geometrie anzuwenden. Daneben ist neben einem mathematischen auch ein gutes intuitives Verständnis für geometrische Konstruktionen wie den projektiven Raum, Faserbündel, Produkte und Aufblasungen erreicht worden. |   |   |
| <b>Bemerkung:</b><br>Wer MTH-1481 bzw. MTH-1482 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 540 Std.<br>8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>2 Semester |
| <b>SWS:</b><br>12  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Algebraische Geometrie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 12<br><b>ECTS/LP:</b> 18.0   |   |   |

**Inhalte:**

Eine algebraische Varietät im affinen Raume  $A^n$  läßt sich naiv als gemeinsame Lösungsmenge eines Systems polynomieller Gleichungen in  $n$  Variablen auffassen. Ein Spezialfall ist durch eine ebene algebraische Kurve  $C$  gegeben, das ist die Nullstellenmenge eines nicht trivialen Polynoms  $f(X, Y)$  in zwei Variablen. Ist das Polynom linear, erhalten wir eine Gerade, ist das Polynom quadratisch, ist die algebraische Kurve ein Kegelschnitt. Sei  $D$  eine weitere algebraische Kurve, die durch ein Polynomgleichung  $g(X, Y) = 0$  gegeben ist. Wir können uns fragen, in wie vielen Punkten sich  $C$  und  $D$  in der Ebene schneiden, wie groß also die gemeinsame Lösungsmenge ist. Schließen wir den Fall aus, daß  $f(X, Y)$  und  $g(X, Y)$  gemeinsame Faktoren haben, läßt sich überlegen, daß die Anzahl der Schnittpunkte höchstens das Produkt der Grade von  $f$  und  $g$  ist. Zwei Geraden schneiden sich beispielsweise höchstens in einem Punkte. eine Gerade und ein Kegelschnitt in höchstens zwei Punkten. Im allgemeinen gilt nicht Gleichheit, so schneiden sich zwei parallele Geraden zum Beispiel überhaupt nicht. Dies können wir verhindern, wenn wir geeignet Punkte im Unendlichen hinzufügen, in denen sich parallele Geraden schneiden. Wir sagen dann, daß wir die affine Ebene durch die projektive Ebene ersetzen und daß die projektive Ebene eine Kompaktifizierung der affinen Ebene ist. Aber auch wenn die Schnittpunkte von  $C$  und  $D$  in der projektiven Ebene zählen, muß immer noch keine Gleichheit zum Produkte der Grade von  $f$  und  $g$  gelten: In der reellen Ebene etwa lassen sich leicht Kegelschnitte (z.B. disjunkte Kreise) angeben, die sich überhaupt nicht schneiden. Wenn wir aber als Koeffizienten die komplexen Zahlen nehmen oder allgemein Elemente eines algebraisch abgeschlossenen Körpers, haben wir immer Schnittpunkte. Und dennoch kann es sein, daß die Anzahl der Schnittpunkte kleiner als dem Produkt der Grade ist, so schneidet eine Tangente eines Kegelschnittes diesen in nur einem Punkt. Zählen wir jedoch Schnittpunkte mit gewissen Vielfachheiten (Tangentialpunkte etwa mit mindestens Vielfachheit 2, so folgt schließlich der Bézoutsche Satz, der sagt, daß sich zwei Kurven in der projektiven Ebene, die durch Polynome von Graden  $a$  und  $b$  über den komplexen Zahlen gegeben sind, in genau  $a \cdot b$  Punkten schneiden, wenn wir die Schnittpunkte mit Vielfachheiten zählen. Die genaue Ableitung dieser Tatsachen ist einer der Anfänge der algebraischen Geometrie. Es stellt sich die Frage nach höherdimensionalen Verallgemeinerungen dieser Tatsache, etwa wenn wir anstelle von Kurven in der Ebene Varietäten betrachten, die in einer gemeinsamen algebraischen Varietät enthalten sind. Das Schnittverhalten wird komplizierter sein, weil anstelle von Schnittpunkten auch kompliziertere Objekte die Schnittmenge bilden können. All dies ist Gegenstand der sogenannten Schnitttheorie, mit der wir uns im Modul beschäftigen wollen. Konkrete Aussagen, die mit Hilfe der Schnitttheorie gewonnen werden können, sehen etwa wie die folgende aus: Die Anzahl der Kegelschnitte, die tangential an insgesamt 8 allgemeinen Quadriken im drei-dimensionalen projektiven Raum liegen, ist 4.407.296.

Algebraische Varietäten

Rationale Äquivalenz

Divisoren

Vektorbündel und Chernsche Klassen

Kegel und Segresche Klassen

Schnittprodukte

Schnittmultiplizitäten

Schnitte nicht-singulärer Varietäten

Dynamisches Schnittverhalten

Graßmannsche Varietäten

Riemann-Rochscher Satz für nicht-singuläre Varietäten

Bivariate Schnitttheorie

Riemann-Rochscher Satz für singuläre Varietäten

Studenten, die im Rahmen ihres Masterstudiums die Algebra zu ihrem Spezialgebiet machen wollen, finden in dieser Vorlesung eine unentbehrliche Grundlage für die über die im Bachelorstudium gelehrt hinausgehende Algebra.

Die Vorlesung ist zudem für Studenten interessant, die sich in Topologie,

**Literatur:**

W. Fulton: Intersection Theory. Springer-Verlag.

I. Shafarevich: Basic Algebraic Geometry (I + II). Springer-Verlag.

---

**Prüfung**

**Algebraische Geometrie**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1481: Algebraische Geometrie I</b><br><i>Algebraic geometry I</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Im Rahmen der Vorlesung haben die Studenten gelernt, ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen anhand konkreter Probleme aus der algebraischen Geometrie anzuwenden. Daneben ist neben einem mathematischen auch ein gutes intuitives Verständnis für geometrische Konstruktionen wie den projektiven Raum, Faserbündel, Produkte und Aufblasungen erreicht worden. |   |   |
| <b>Bemerkung:</b><br>Wer MTH-1480 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Modulteil****Modulteil: Algebraische Geometrie I****Lehrformen:** Vorlesung, Übung**Sprache:** Deutsch**SWS:** 6**ECTS/LP:** 9.0**Inhalte:**

- Algebraische Varietäten
- Rationale Äquivalenz
- Divisoren
- Vektorbündel und Chernsche Klassen
- Kegel und Segresche Klassen
- Schnittprodukte
- Schnittmultiplizitäten
- Schnitte nicht-singulärer Varietäten
- Dynamisches Schnittverhalten
- Graßmannsche Varietäten
- Riemann-Rochscher Satz für nicht-singuläre Varietäten
- Bivariate Schnitttheorie
- Riemann-Rochscher Satz für singuläre Varietäten

**Literatur:**

- W. Fulton: Intersection Theory. Springer-Verlag.
- I. Shafarevich: Basic Algebraic Geometry (I + II). Springer-Verlag.

**Prüfung**

**Algebraische Geometrie**

Portfolioprüfung

**Beschreibung:**

Eine Prüfungsanmeldung und eine Prüfung zu diesem Modul kann in jedem Semester erfolgen. In den Semestern, in denen die zugehörige Veranstaltung nicht stattfindet, werden die Kompetenzen abweichend in einer mündlichen Prüfung geprüft.

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-1482: Algebraische Geometrie II</b><br><i>Algebraic geometry II</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit SoSe19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Im Rahmen der Vorlesung haben die Studenten gelernt, ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen anhand konkreter Probleme aus der algebraischen Geometrie anzuwenden. Daneben ist neben einem mathematischen auch ein gutes intuitives Verständnis für geometrische Konstruktionen wie den projektiven Raum, Faserbündel, Produkte und Aufblasungen erreicht worden.   |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Wer MTH-1480 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.  |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |  |
| <b>Modulteil</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Algebraische Geometrie II</b>  |   |  |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung   |   |  |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |   |  |
| <b>SWS:</b> 6  |   |  |
| <b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>Algebraische Varietäten</li> <li>Rationale Äquivalenz</li> <li>Divisoren</li> <li>Vektorbündel und Chernsche Klassen</li> <li>Kegel und Segresche Klassen</li> <li>Schnittprodukte</li> <li>Schnittmultiplizitäten</li> <li>Schnitte nicht-singulärer Varietäten</li> <li>Dynamisches Schnittverhalten</li> <li>Graßmannsche Varietäten</li> <li>Riemann-Rochscher Satz für nicht-singuläre Varietäten</li> <li>Bivariate Schnitttheorie</li> <li>Riemann-Rochscher Satz für singuläre Varietäten</li> </ul> |   |  |
| <b>Literatur:</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>W. Fulton: Intersection Theory. Springer-Verlag.</li> <li>I. Shafarevich: Basic Algebraic Geometry (I + II). Springer-Verlag.</li> </ul>   |   |  |

**Prüfung**

**Algebraische Geometrie II**

Portfolioprüfung

**Beschreibung:**

Die genauen Prüfungsmodalitäten werden am Anfang der Vorlesung bekannt gegeben.

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1490: Homologische Algebra</b><br><i>Homological algebra</i>   |   | 18 ECTS/LP                                      |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Den Studenten ist ein Werkzeugkasten abstrakter algebraischer Methoden an die Hand gegeben worden, mit denen sie Probleme in so unterschiedlichen mathematischen Teilbereichen wie der Algebra, Geometrie, Topologie oder Analysis lösen können. Die Studenten haben dazu im Modul gelernt, die abstrakten Methoden auf spezielle Probleme anzuwenden und können zudem konkrete Probleme spezieller mathematischer Gebiete von einem höheren allgemeineren Standpunkt noch einmal analysieren. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 540 Std.<br>4 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>2 Semester |
| <b>SWS:</b><br>12   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Modulteile****Modulteil: Homologische Algebra****Lehrformen:** Vorlesung, Übung**Sprache:** Deutsch**Arbeitsaufwand:**

4 Std. Übung (Präsenzstudium)

8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

**SWS:** 12**ECTS/LP:** 18.0**Inhalte:**

Die homologische Algebra ist ein junges Teilgebiet der Mathematik, welches seinen Ursprung in der kombinatorischen Topologie (Henri Poincaré) und in der abstrakten Algebra (David Hilbert) hat. Heutzutage stellt die Homologische Algebra Methoden zur Verfügung, Informationen über mathematische Objekte aus so unterschiedlichen Gebieten wie der Kommutativen Algebra, der Algebraischen Geometrie, der Algebraischen Zahlentheorie, der Darstellungstheorie, der Mathematischen Physik, der Theorie der Operatoralgebren, der Komplexen Analysis und der Theorie der partiellen Differentialgleichungen zu extrahieren.

Simpliziale Mengen

Kategorien, Funktoren und natürliche Transformationen

Abelsche Kategorien

Abgeleitete Kategorien

Triangulierte Kategorien

Modellkategorien

Garben

Geringte Räume

Topoi

Anwendungen in Topologie, Geometrie, Algebra und Analysis

Voraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in Algebra, Topologie, Geometrie und Analysis sind hilfreich.



**Literatur:**

S. I. Gelfand, Yu. I. Manin: Methods of Homological Algebra. Springer-Verlag.  
Ch. Weibel: An introduction to homological algebra. Cambridge University Press.  
S. Mac Lane, I. Moerdijk: Sheaves in Geometry and Logic. Springer-Verlag.

**Prüfung**

**Homologische Algebra**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1500: Schematheorie</b><br><i>Schema theory</i>   |   | 18 ECTS/LP                                      |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Im Rahmen der Vorlesung lernen die Studenten ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen auf eine für die moderne Algebra und Zahlentheorie grundlegende Theorie anzuwenden. Aufgrund der Allgemeinheit der Schematheorie ist das abstrakte Denken der Studenten in großem Maße geschult. Geometrische Denkweisen werden erlernt und erfolgreich auf algebraische Fragestellungen angewandt. Zentral ist außerdem, daß sich die Studenten mit dem Begriff der Dimension auseinandergesetzt haben. Anschließend ist die Konstruktion und Anwendung von Kohomologietheorien am Beispiel der Schemata bekannt. |   |   |
| <b>Bemerkung:</b><br>Wer MTH-1501 bzw. MTH-1502 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 540 Std.<br>4 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>2 Semester |
| <b>SWS:</b><br>12  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Moduleile</b>   |   |   |
| <b>Moduleil: Schematheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 12<br><b>ECTS/LP:</b> 18.0   |   |   |

**Inhalte:**

Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.

Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen

Spektrum eines kommutativen Ringes

Geringste topologische Räume

Schemata

Reduzierte und ganze Schemata

Dimension

Basiswechsel

Algebraische Varietäten

Globale Eigenschaften von Morphismen

Normale Schemata

Reguläre Schemata

Flache und glatte Morphismen

Modulgarben

Grothendieck-Topologien und Siten

Zariski-Topologie

Étale Topologie

Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.

Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)

**Literatur:**

U. Görtz, T. Wedhorn: Algebraic Geometry I. Vieweg+Teubner.

R. Hartshorne: Algebraic Geometry. Springer-Verlag.

Q. Liu: Algebraic Geometry and Arithmetic Curves. Oxford University Press.

M. Kashiwara, P. Schapira: Sheaves on manifolds. Grundlehren der mathemat. Wissenschaft, vol. 292, Springer-Verlag, 1990.

G. Tamme: Introduction to étale cohomology. Universitext, Springer-Verlag, 1994.

J. Milne: Etale cohomology. Princeton University Press, 1984.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Schematheorie II** (Vorlesung)

MTH-1501 Schematheorie I :keine Vorlesung, nur Prüfung! MTH-1502 Schematheorie II: Das ist einfach das zweite Semester des Zyklus "Schematheorie" als unabhängiges Modul. Keine separate Veranstaltung!!

**Prüfung****Schematheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten

|   |                                      |  |
|---|--------------------------------------|--|
| <b>Modul MTH-1501: Schematheorie I</b>  |                                      | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS22/23)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Maxim Smirnov   |                                      |  |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.</p> <p>Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen<br/>         Spektrum eines kommutativen Ringes<br/>         Geringste topologische Räume<br/>         Schemata<br/>         Reduzierte und ganze Schemata<br/>         Dimension<br/>         Basiswechsel<br/>         Algebraische Varietäten<br/>         Globale Eigenschaften von Morphismen<br/>         Normale Schemata<br/>         Reguläre Schemata<br/>         Flache und glatte Morphismen<br/>         Modulgarben<br/>         Grothendieck-Topologien und Siten<br/>         Zariski-Topologie<br/>         Étale Topologie</p> <p>Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.</p> <p>Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)</p> |                                      |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Im Rahmen der Vorlesung lernen die Studenten ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen auf eine für die moderne Algebra und Zahlentheorie grundlegende Theorie anzuwenden. Aufgrund der Allgemeinheit der Schematheorie ist das abstrakte Denken der Studenten in großem Maße geschult. Geometrische Denkweisen werden erlernt und erfolgreich auf algebraische Fragestellungen angewandt. Zentral ist außerdem, daß sich die Studenten mit dem Begriff der Dimension auseinandergesetzt haben. Anschließend ist die Konstruktion und Anwendung von Kohomologietheorien am Beispiel der Schemata bekannt.</p>   |                                      |  |
| <p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Wer MTH-1500 bzw. MTH-1502 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.</p>  |                                      |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |                                      | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>     | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>Semester            |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig |  |

**Moduleile****Moduleil: Schematheorie I****Sprache:** Deutsch**SWS:** 6**ECTS/LP:** 9.0**Inhalte:**

Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.

Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen

Spektrum eines kommutativen Ringes

Geringste topologische Räume

Schemata

Reduzierte und ganze Schemata

Dimension

Basiswechsel

Algebraische Varietäten

Globale Eigenschaften von Morphismen

Normale Schemata

Reguläre Schemata

Flache und glatte Morphismen

Modulgarben

Grothendieck-Topologien und Siten

Zariski-Topologie

Étale Topologie

Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.

Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Schematheorie II** (Vorlesung)

MTH-1501 Schematheorie I :keine Vorlesung, nur Prüfung! MTH-1502 Schematheorie II: Das ist einfach das zweite Semester des Zyklus "Schematheorie" als unabhängiges Modul. Keine separate Veranstaltung!!

**Prüfung****MTH-1501 Schematheorie I**

Portfolioprüfung

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-1502: Schematheorie II</b>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS22/23)<br>Modulverantwortliche/r:   |   |  |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.</p> <p>Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen<br/>         Spektrum eines kommutativen Ringes<br/>         Geringste topologische Räume<br/>         Schemata<br/>         Reduzierte und ganze Schemata<br/>         Dimension<br/>         Basiswechsel<br/>         Algebraische Varietäten<br/>         Globale Eigenschaften von Morphismen<br/>         Normale Schemata<br/>         Reguläre Schemata<br/>         Flache und glatte Morphismen<br/>         Modulgarben<br/>         Grothendieck-Topologien und Siten<br/>         Zariski-Topologie<br/>         Étale Topologie</p> <p>Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.</p> <p>Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)</p> |   |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Im Rahmen der Vorlesung lernen die Studenten ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen auf eine für die moderne Algebra und Zahlentheorie grundlegende Theorie anzuwenden. Aufgrund der Allgemeinheit der Schematheorie ist das abstrakte Denken der Studenten in großem Maße geschult. Geometrische Denkweisen werden erlernt und erfolgreich auf algebraische Fragestellungen angewandt. Zentral ist außerdem, daß sich die Studenten mit dem Begriff der Dimension auseinandergesetzt haben. Anschließend ist die Konstruktion und Anwendung von Kohomologietheorien am Beispiel der Schemata bekannt.</p>   |   |  |
| <p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Wer MTH-1501 bzw. MTH-1500 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.</p>  |   |  |
| <p><b>Voraussetzungen:</b><br/>keine</p>  |   | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br/>Bestehen der Modulprüfung</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b></p>   | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p>                       | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br/>Semester</p>            |
| <p><b>SWS:</b><br/>6</p>  | <p><b>Wiederholbarkeit:</b><br/>siehe PO des Studiengangs</p> |  |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <p><b>Modulteil: Schematheorie II</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>SWS:</b> 6</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 9.0</p>  |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.</p> <p>Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen</p> <p>Spektrum eines kommutativen Ringes</p> <p>Geringste topologische Räume</p> <p>Schemata</p> <p>Reduzierte und ganze Schemata</p> <p>Dimension</p> <p>Basiswechsel</p> <p>Algebraische Varietäten</p> <p>Globale Eigenschaften von Morphismen</p> <p>Normale Schemata</p> <p>Reguläre Schemata</p> <p>Flache und glatte Morphismen</p> <p>Modulgarben</p> <p>Grothendieck-Topologien und Siten</p> <p>Zariski-Topologie</p> <p>Étale Topologie</p> <p>Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.</p> <p>Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)</p> |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Schematheorie II</b> (Vorlesung)</p> <p>MTH-1501 Schematheorie I :keine Vorlesung, nur Prüfung! MTH-1502 Schematheorie II: Das ist einfach das zweite Semester des Zyklus "Schematheorie" als unabhängiges Modul. Keine separate Veranstaltung!!</p>   |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>MTH-1502 Schematheorie II</b></p> <p>Portfolioprüfung</p>   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1510: Riemannsche Geometrie</b><br><i>Riemannian Geometry</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verbindung von geometrischem Denken mit analytischen Methoden, Verständnis der Zusammenhänge von lokaler und globaler Geometrie  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Riemannsche Geometrie</b><br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Wie sieht die Geometrie unseres Raumes aus? Euklidisch? Aber wie sollen wir wissen, ob zwei Parallelen hinter dem nächsten Busch immer noch den gleichen Abstand haben? Wie sollen wir die Geometrie im Großen, gar im Weltall, beurteilen, wo wir uns doch kaum weg von unserem Fleck Erde rühren können? Die Riemannsche Geometrie stellt einen Begriff vor, der flexibel genug ist, um eine Geometrie zu beschreiben, die lokal euklidisch aussieht, über deren globale Struktur wir aber vielleicht keine Kenntnis haben. Das Unterscheidungsmerkmal zur euklidischen Geometrie ist die Krümmung, der wichtigste Begriff dieser Theorie. Wir werden diese Geometrie im Kleinen und im Großen untersuchen. Naturgemäß werden wir dabei auch die Grundlagen von Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie behandeln, in der die Geometrie von Raum und Zeit mit der Massenverteilung im Weltall gekoppelt wird.<br>Untermannigfaltigkeiten des euklidischen Raums<br>Kovariante Ableitung (Levi-Civita-Ableitung)<br>Krümmung<br>Allgemeine Relativitätstheorie<br>Geodäten im Kleinen und Großen<br>Vollständigkeit<br>Rolle der Krümmung für die Topologie<br>Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie |   |   |



**Literatur:**

J.-H. Eschenburg, J. Jost: Differentialgeometrie und Minimalflächen. Springer, 2007.

W. Kühnel: Differentialgeometrie. Vieweg, 1999.

S.Gallot, D.Hulin, J.Lafontaine: Riemannian Geometry. Springer, 1990.

J. Jost: Riemannian Geometry and Geometric Analysis. Springer, 2008.

M. Do Carmo: Riemannian Geometry. Birkhäuser, 1992.

D.Gromoll, W.Klingenberg, W.Meyer: Riemannsche Geometrie im Großen. Springer LN 55, 1975.

**Prüfung**

**Riemannsche Geometrie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Beschreibung:**

Prüfung findet auch im Sommersemester 2023 statt.

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1520: Differentialtopologie</b><br><i>Differential Topology</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Entwicklung und Schulung der geometrischen Anschauung bei gleichzeitiger Beherrschung der modernen mathematischen Sprache und Argumentationsweise. Verständnis der grundlegenden Konzepte der Differentialtopologie. Erarbeitung von Grundwissen für Spezialvorlesungen in Geometrie und Topologie. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <p><b>Modulteil: Differentialtopologie</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>2 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 9.0</p>  |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Diese Vorlesung widmet sich der Theorie differenzierbarer Mannigfaltigkeiten vom Standpunkt der Analysis und Topologie. Der behandelte Stoff ist fundamental für ein vertieftes Verständnis der Differentialgeometrie und globalen Analysis.</p> <p>Differenzierbare Mannigfaltigkeiten<br/>Tangentialraum<br/>Flüsse<br/>Blätterungen<br/>Faserbündel<br/>Transversalität<br/>de Rham-Kohomologie<br/>Chern-Weil-Theorie<br/>exotische Sphären</p> <p>Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie</p> |
| <p><b>Literatur:</b></p> <p>R. Bott, L. Tu: Differential Forms in Algebraic Topology. GTM Springer.<br/>L. Conlon: Differentiable Manifolds - A First Course. Birkhäuser.<br/>M. Hirsch: Differential Topology. GTM Springer.<br/>J. Milnor: Topology from the Differentiable Viewpoint. Princeton University Press.</p>  |

---

**Prüfung**

**Differentialtopologie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1530: Algebraische Topologie</b><br><i>Algebraic Topology</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 2.0.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden können mit algebraischen Hilfsmitteln umgehen, die es Ihnen erlauben, geometrische Anschauung in exakte Argumente zu übersetzen. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundlegendes Wissen in Algebra und Topologie   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Modulteile****Modulteil: Algebraische Topologie I****Sprache:** Englisch / Deutsch**SWS:** 6**ECTS/LP:** 9.0**Inhalte:**

Dieses Modul bietet eine Einführung in die Algebraische Topologie, also die systematische Nutzung algebraischer Hilfsmittel beim Studium topologischer Fragestellungen.

Mathematische Inhalte sind unter anderem: Fundamentalgruppe, Überlagerungen, Kategorien, Zellkomplexe, zelluläre und singuläre Homologie und Kohomologie, Homotopietheorie, (Ko-)Faserungen

**Lehr-/Lernmethoden:**

Vorlesung und Übung

**Literatur:**

Bredon, G.E.: Topology and Geometry, vol. 139, Graduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, 1993.

Dold, A.: Lectures on Algebraic Topology, vol. 200. Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen, Springer-Verlag, 1972.

Spanier, E.: Algebraic Topology. McGraw-Hill, 1966.

May, J.P.: A Concise Course in Algebraic Topology, University of Chicago Press, 1999.

**Prüfung****Algebraische Topologie**

Portfolioprüfung

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1540: Variationsrechnung</b>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Student(inn)en kennen klassische Herangehensweisen sowie moderne Zugänge zu Problemen der Variationsrechnung. Sie sind in der Lage, theoretische Modelle naturwissenschaftlicher Probleme in einfachen Fällen selbst zu formulieren, solche Modelle aber auch in komplexen Situationen zu verstehen und problemorientiert zu analysieren. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <p><b>Modulteil: Variationsrechnung</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 9.0</p>  |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>klassische Probleme der Variationsrechnung, Euler-Lagrange-Gleichungen, Funktionenraeume, (semi-)konvexe Analysis, direkte Methode der Variationsrechnung, Anwendungen</p> <p>Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung sowie der Grundlagen der Funktionalanalysis.</p> |
| <p><b>Literatur:</b><br/>Dacorogna: Direct Methods in the Calculus of Variations. Springer.</p>   |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Variationsrechnung</b> (Vorlesung)</p>   |

|   |
|---|
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Variationsrechnung</b><br/>Portfolioprüfung</p> |
|---|

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1550: Nichtlineare partielle Differentialgleichungen</b>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Beispielklassen in der Theorie der partiellen Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen</b>   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>SWS:</b> 6  |   |   |
| <b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Ausgewählte Aspekte der Theorie der Nichtlinearen Partiellen Differentialgleichungen<br><br>Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung, Funktionalanalysis sowie der schwachen Lösungstheorie linearer elliptischer Gleichungen.   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>* Gilbarg, D., Trudinger, N.S.: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order (Springer, 1977)<br>* Giusti, E.: Direct Methods in the Calculus of Variations (World Scientific Publishing, 2003)<br>* Giaquinta, M., Martinazzi, L.: An Introduction to the Regularity Theory for Elliptic Systems, Harmonic Maps and Minimal Graphs (Edizioni della Normale, 2012),<br>* Evans, L.C.: Partial Differential Equations (AMS, 1998),<br>* Renardy, M., Rogers, R.C.: An Introduction to Partial Differential Equations (Springer, 1993),<br>* Schweizer, B.: Partielle Differentialgleichungen (Springer, 2013) |   |   |
| <b>Prüfung</b>   |   |   |
| <b>Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen</b><br>Portfolioprüfung  |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1560: Stochastische Differentialgleichungen</b><br><i>Stochastic Differential Equations</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der stochastischen Analysis insbesondere der stochastischen Differentialgleichungen.<br>Befähigung zum selbständigen Erarbeiten fortführender Literatur für Anwendungen im Bereich Finanzmathematik und stochastischer Dynamik,<br>Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen,<br>Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten Methoden<br>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:<br>Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 6. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Moduleile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Stochastische Differentialgleichungen</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Dirk Blömker<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |

**Inhalte:**

Dieses Modul führt in die Theorie der stochastischen Differentialgleichungen ein.

Ito-Formel

Ito-Isometrie

Ito-Integral

Martingale

Brownsche Bewegung

Existenz-und Eindeigkeitssatz

Diffusionsprozesse

partielle Differentialgleichungen

Black-Scholes Formel

Optionspreisbewertung

Voraussetzungen: Notwendig ist ein gutes Grundwissen in der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Analysis.

Hilfreich, aber nicht zwingend notwendig, sind Vorkenntnisse in gewöhnlichen Differentialgleichungen und stochastischen Prozessen.

**Literatur:**

Oksendal: Stochastic Differential Equations. Springer.

Karatzas Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus. Springer.

Evans: An Introduction to Stochastic Differential Equations.

Steele: Stochastic Calculus and Financial Applications. Springer.

**Prüfung**

**Stochastische Differentialgleichungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1570: Dynamische Systeme</b><br><i>Dynamical Systems</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>siehe Modulteil Lehrveranstaltung   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene im Bereich Dynamischer Systeme.<br>Befähigung zum selbständigen Erarbeiten fortführender Literatur,<br>Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen,<br>Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten Methoden<br>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:<br>Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken,<br>vertiefete Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Gute Kenntnisse in Linearer Algebra und Analysis. Grundkenntnisse in Funktionalanalysis und Differentialgleichungen sind hilfreich  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <p><b>Modulteil: Dynamische Systeme</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6<br/><b>ECTS/LP:</b> 9.0</p> <p><b>Inhalte:</b><br/>unter anderem: dynamische Systeme (zufällig und nicht-autonom), Attraktoren, Halbflüsse, Markov Halbgruppen, invariante Maße, iterierte Abbildungen, Chaos</p> <p><b>Prüfung</b><br/><b>Dynamische Systeme</b><br/>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1580: Kontrolltheorie</b>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.2.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tatjana Stykel  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Förderung von abstraktem Denken, Anwenden analytischer und geometrischer Methoden im Anwendungszusammenhang. Die Studenten sollen in einem mathematisch relativ einfachen, linearen Kontext die grundlegenden Fragestellungen der Kontrolltheorie und Konzepte zu deren Lösung lernen. Ferner sollen sie die Befähigung zum selbständigen Erarbeiten der aktuellen Forschungsliteratur erwerben. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <p><b>Modulteil: Kontrolltheorie</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>2 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 9.0</p>  |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Dieses Modul führt in die mathematische Kontrolltheorie ein.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Steuerungssysteme</li> <li>• Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit</li> <li>• Rekonstruierbarkeit und Beobachtbarkeit</li> <li>• Stabilität</li> <li>• Stabilisierbarkeit und Entdeckbarkeit</li> <li>• Polvorgabe</li> <li>• Linear-quadratisches Optimierungsproblem</li> </ul> <p>Voraussetzungen: Kenntnisse in Analysis auf endlich dimensionalen Räumen, gewöhnliche Differentialgleichungen, Numerik</p> |
| <p><b>Literatur:</b></p> <p>Knobloch, H.W., Kwakernaak, H. Lineare Kontrolltheorie. Springer, 1985</p> <p>Sontag, E.: Mathematical Control Theory. Springer, 1998.</p> <p>Hinrichsen, D., Pritchard, A.J.: Mathematical Systems Theory I. Springer, 2005.</p>   |

---

**Prüfung**

**Kontrolltheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1590: Numerik partieller Differentialgleichungen</b><br><i>Numerical analysis of partial differential equations</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.1.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis der Finite-Differenzen-Methode sowie der Ideen der Finite-Elemente-Methode im allgemeinen und Konstruktion der Lagrange-Elemente bzgl. simplizialen Triangulierungen und a posteriori Fehlerschätzung für elliptische Probleme im speziellen; Konvergenzaussagen, Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Analysis (insb. Funktionalanalysis), Einführung in die Numerik, Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Numerik partieller Differentialgleichungen</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Malte Peter<br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Es werden die Grundlagen der Standardmethoden zur numerischen Lösung partieller Differentialgleichungen behandelt.<br><br>Finite-Differenzen-Methode auf rechteckigen und nicht rechteckigen Gebieten<br>Finite-Elemente-Methode inkl. Triangulierung<br>Lagrange-Elemente<br>Adaptivität für elliptische Probleme   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Grossmann, C., Ross, H.-G.: Numerische Behandlung partieller Differentialgleichungen. Teubner, 2005 .<br>Hackbusch: Theorie und Numerik elliptischer Differentialgleichungen. Springer. 2010   |   |   |

**Prüfung**

**Numerik partieller Differentialgleichungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1600: Multiskalenmethoden</b><br><i>Multiscale methods</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.1.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Tieferes Verständnis der Finite-Elemente-Methode in ihren wichtigsten Ausprägungen; Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Verständnis der Mehrskalenproblematik sowie grundlegender Lösungsansätze; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.                               |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Multiskalenmethoden</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Aufbauend auf grundlegende Inhalte der Module Numerik partieller Differentialgleichungen bzw. Methoden der finiten Elemente werden weiterführende Aspekte der Finite-Elemente-Methode behandelt, insbesondere im Hinblick auf Multiskalenprobleme.<br>Finite-Elemente-Methode und parabolische Gleichungen<br>Discontinuous Galerkin Method<br>Einführung in Multiskalenprobleme<br>Multiskalen-Finite-Elemente-Methode<br>Voraussetzungen: Es wird empfohlen, die mit dem erfolgreichen Absolvieren einer der Module "Numerik partieller Differentialgleichungen" oder "Finite Elemente Methoden" einhergehenden Kompetenzen erworben zu haben. |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>C. Grossmann, H.-G. Roos: Numerische Behandlung partieller Differentialgleichungen. Teubner.<br>Y. Efendiev, T. Y. Hou: Multiscale Finite Element Methods. Springer.   |   |   |

---

**Prüfung**

**Multiskalenmethoden**

Modulprüfung, mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1610: Mathematische Modellierung</b><br><i>Mathematical modelling</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.1.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständis der Abbildung realer Prozesse in mathematische Strukturen; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Modulteile****Modulteil: Mathematische Modellierung****Lehrformen:** Vorlesung + Übung**Sprache:** Englisch / Deutsch**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig**SWS:** 6**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Mathematische Modellierung** (Vorlesung + Übung)

Mathematical modelling is the process of transferring a real world system into a mathematical formulation (e.g. an ordinary or partial differential equation) , whose analytical and numerical analysis allows to draw conclusions for the original system of application. Such mathematical models are often used in the natural sciences, engineering sciences, social sciences, economics or medicine. In this lecture, we focus on the derivation of suitable models, in particular in the context of continuum mechanics.

**Prüfung****Mathematische Modellierung**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1620: Kombinatorische Optimierung (Optimierung III)</b><br><i>Combinatorial Optimization</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 3.0.0 (seit SoSe21)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Modul Einführung in die Optimierung (Optimierung I) (MTH-1140) - empfohlen<br>Modul Nichtlineare und kombinatorische Optimierung (Optimierung II) (MTH-1200) - empfohlen  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Kombinatorische Optimierung (Optimierung III)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>In dieser Vorlesung geht es um folgende Themen der diskreten Optimierung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexität und Algorithmen</li> <li>• Matchings</li> <li>• Flüsse und Netzwerke</li> <li>• Kostenminimale Flüsse</li> <li>• Approximationsalgorithmen</li> </ul>  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Kombinatorische Optimierung - Optimierung III</b> (Vorlesung + Übung)<br>In dieser Vorlesung geht es um die Optimierung diskreter Strukturen unter dem Schlagwort Kombinatorische Optimierung: vor allem Optimierung auf Graphen. Inhaltsübersicht als Auflistung • Komplexität von Problemen und Algorithmen • Bäume und Wälder (im Rückblick auf Optimierung II) • Kürzeste Wege (im Rückblick auf Optimierung II) • Flüsse und Netzwerke • Packungsprobleme • Rundreiseprobleme • Ganzzahlige Optimierung |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Kombinatorische Optimierung (Optimierung III)</b><br>Klausur / Prüfungsdauer: 180 Minuten<br><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br>wenn LV angeboten  |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1660: Mathematische Statistik (Stochastik III)</b><br><i>Mathematical Statistics (Stochastics III)</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.10.0 (seit WS17/18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller  |   |   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtparametrische Methoden (z.B. Kerndichteschätzer)</li> <li>• Lineare Modelle</li> <li>• Markovketten</li> <li>• Bayessche Statistik</li> </ul>   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis der mathematischen Grundlagen von einfachen nichtparametrischen Methoden; Fähigkeit, Daten mit Hilfe von linearen Modellen zu analysieren und zu interpretieren; Verständnis der Theorie von Markovketten; Kenntnisse über die Grundlagen der Bayesschen Statistik   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Einführung in die Stochastik (Stochastik I) / Stochastik II<br><br>Lineare Algebra I und Analysis I und II   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Statistische Modelle und Verfahren (Stochastik III)</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>Verständnis der mathematischen Grundlagen von einfachen nichtparametrischen Methoden; Fähigkeit, Daten mit Hilfe von linearen Modellen zu analysieren und zu interpretieren; Verständnis der Theorie von Markovketten; Kenntnisse über die Grundlagen der Bayesschen Statistik   |   |   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtparametrische Methoden (z.B. Kerndichteschätzer)</li> <li>• Lineare Modelle</li> <li>• Markovketten</li> <li>• Bayessche Statistik</li> </ul>   |   |   |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brémaud, P. (1999) Markov chains. Springer.</li> <li>• Fahrmeir, L., Kneib, T., Lang, S., Marx, B. (2013) Regression. Springer.</li> <li>• Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H.S., Rubin, D.B. (1995) Bayesian Data Analysis. Chapman and Hall.</li> </ul> <p>Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben.</p> |   |   |

**Prüfung**

**Statistische Modelle und Verfahren (Stochastik III)**

Modulprüfung, Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1670: Stochastische Prozesse (Stochastik IV)</b><br><i>Probability IV</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.2.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden sollen die nötigen mathematischen Konzepte zur Beschreibung zufälliger, zeitabhängiger Prozesse verstehen und mit ihnen umgehen können. Darüber hinaus sollen sie wichtige Beweiskonzepte und Konstruktionen aus dem Bereich der stochastischen Prozesse beherrschen.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Lineare Algebra I<br>Analysis I<br>Analysis II<br>Einführung in die Stochastik (Stochastik I)<br>Einführung in die mathematische Statistik (Stochastik II)  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Stochastische Prozesse (Stochastik IV)</b><br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Es werden folgende Kernthemen behandelt:<br>1. Strenge Einführung des Begriffs "Stochastischer Prozess" und "Stochastisches Feld" mit Beispielen.<br>2. Pfadigenschaften der Stochastischen Prozesse.<br>3. Gaußsche Prozesse, Lévy-Prozesse.<br>4. Brownsche Bewegung und ihre Eigenschaften.<br>5. Poisson-Prozess.<br>6. Irrfahrten und Konvergenz gegen Brownsche Bewegung. |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Stochastische Prozesse (Stochastik IV)</b> (Vorlesung + Übung)   |   |   |

**Prüfung**

**Stochastische Prozesse (Stochastik IV)**

Portfolioprüfung, Die genaue Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-1680: Optimierung IV (Globale Optimierung)</b><br><i>Global Optimization</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.1.0 (seit WS18/19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach der Teilnahme an diesem Modul verfügen die Studierenden über detailliertes und aktuelles Wissen auf dem Gebiet der Globalen Optimierung. Sie können Problemstellungen und Ergebnisse des Gebiets präzise beschreiben und diskutieren. Darüber hinaus verstehen die Studierenden grundlegende Konzepte, Methoden, Verfahren und Techniken aus dem genannten Gebiet und können diese in Entwicklungsprojekten anwenden und dort aktiv mitarbeiten. Außerdem verfügen sie über die Team- und Kommunikationsfähigkeit, um Problemstellungen auf dem Gebiet zu erörtern, Fragen und Zwischenergebnisse zu diskutieren und zu präsentieren. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul Einführung in die Optimierung (Optimierung I) (MTH-1140) - empfohlen</li> <li>• Modul Nichtlineare und kombinatorische Optimierung (Optimierung II) (MTH-1200) - empfohlen</li> <li>• Modul Kombinatorische Optimierung (Optimierung III) (MTH-1620) - empfohlen</li> </ul>  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im WS)   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |

|  |
|--|
| <b>Moduleile</b>   |
| <b>Modulteil: Globale Optimierung (Optimierung IV)</b><br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Mirjam Dür<br><b>Sprache:</b> Deutsch   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konvexe Relaxierungen und konvexe Hüllfunktionale</li> <li>• D.C. Funktionen</li> <li>• Quadratische Optimierungsprobleme</li> <li>• Branch-and-Bound für boxrestringierte Probleme</li> <li>• Branch-and-Bound für konvex restringierte Probleme</li> <li>• Branch-and-Bound für nichtkonvexe Probleme</li> <li>• Heuristiken</li> </ul> |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O.Stein: Grundzüge der Globalen Optimierung. Springer Verlag 2018</li> <li>• M.Locatelli, F.Schoen: Global Optimization. SIAM 2013</li> <li>• R.Horst, P.Pardalos, N.V.Thoai: Introduction to Global Optimization. Kluwer Academic Publishers 1995</li> </ul>   |

|  |
|--|
| <b>Prüfung</b><br><b>Globale Optimierung (Optimierung IV)</b><br>Modulprüfung, Der konkrete Typ der Modulprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung oder Portfolio) wird jeweils spätestens eine Woche vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.<br><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br>wenn LV angeboten |
|--|

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1920: Nichtlineare Kontrolltheorie</b>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fritz Colonius   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Vertiefte Einsicht in die geometrische Interpretation von kontrolltheoretischen Objekten und Konzepten, die hier nichtlinearen Charakter haben und differentialgeometrische Methoden erfordern. Die Studenten sollen in die Lage versetzt werden, diese Strukturen im Anwendungszusammenhang (hier. in der Regelungstheorie) selbständig zu erkennen und die in der Veranstaltung behandelten Methoden einzusetzen. Darüber hinaus sollen sie in die Lage versetzt werden., aktuelle Forschungsliteratur selbständig zu erarbeiten. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <p><b>Modulteil: Nichtlineare Kontrolltheorie</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 9.0</p> <p><b>Inhalte:</b><br/>Dieses Modul bietet eine Einführung in die Theorie Nichtlinearer Kontrollsysteme<br/>Akzessibilität und Lie-algebraische Bedingungen<br/>Kontrollmengen<br/>Beziehungen zur Theorie dynamischer Systeme<br/>Voraussetzungen:</p> <p><b>Literatur:</b><br/>Sastry: Nonlinear Systems. Springer.<br/>Jurdjevic: Geometric Control Theory. Cambridge.<br/>Coron: Control and Nonlinearity. American Mathematical Society.</p> |

|   |
|---|
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Nichtlineare Kontrolltheorie</b></p> <p>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> |
|---|

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1960: Quantitative Methoden des Risikomanagements</b><br><i>Quantitative Risk Management</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Erarbeitung der mathematischen Grundlagen im Risikomanagement, Qualifizierung zur Anwendung in Banken, Versicherungen und Asset Management , Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Für diese Veranstaltung werden Grundlagen der Stochastik und der Finanzmathematik sowie Grundwissen über Finanzprodukte vorausgesetzt.   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 2-4 Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <p><b>Modulteil: Quantitative Methoden des Risikomanagements</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br/> <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner<br/> <b>Sprache:</b> Deutsch<br/> <b>Arbeitsaufwand:</b><br/>             2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>             4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/> <b>SWS:</b> 6<br/> <b>ECTS/LP:</b> 9.0</p>   |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Dieses Modul führt in die quantitativen Grundlagen und Methoden der Risikomodellierung ein.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mathematische Modellierung von Risiken</li> <li>Nutzentheorie</li> <li>Risikomaße und -kennzahlen</li> <li>Risikoentlastungsstrategien</li> <li>Abhängigkeitsmodellierung</li> <li>Marktrisikomodellierung</li> <li>Kreditrisikomodellierung</li> <li>Simulation und Validierung von Risikomodellen</li> </ul> |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Quantitative Methoden des Risikomanagements</b><br/>reines Prüfungsmodul - es findet keine Vorlesung statt.</p>  |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Quantitative Methoden des Risikomanagements</b><br/>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br/>wenn LV angeboten</p>   |



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1980: Numerische Verfahren zur Modellreduktion (= Modellreduktion)</b><br><i>Numerical Methods for Model Reduction</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 2.0.0 (seit SoSe16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tatjana Stykel  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis verschiedener Modellreduktionsverfahren, Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Verfahren auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Lineare Algebra I, II; Analysis I, II; Numerik I, II  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Modulteile****Modulteil: Modellreduktion**

Sprache: Deutsch / Englisch

Angebotshäufigkeit: alle 4 Semester

SWS: 6

**Inhalte:**

Es werden die Grundlagen der Steuerungstheorie sowie verschiedene Modellreduktionsverfahren und ihre Anwendung auf praktische Probleme behandelt.

Mathematische Grundlagen der Steuerungstheorie

Gramian basierte Modellreduktion

Krylovraum-Verfahren

Modellreduktion für nichtlineare Systeme

Voraussetzungen: keine besonderen Voraussetzungen

**Literatur:**

Antoulas, A.C.: Approximation of Large-Scale Dynamical Systems. SIAM, Philadelphia, PA, 2005.

Zhou, K., Doyle, J.C., Glover, K.: Robust and Optimal Control. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1996.

**Prüfung****Modellreduktion**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2050: Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I)</b>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Peterseim   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis der grundlegenden Fragestellungen der linearen und quadratischen Programmierung sowie allgemeiner Minimierungsprobleme inkl. Algorithmik und Konvergenzanalyse; Kenntnisse der einfachsten Verfahren zur Lösung endlichdimensionaler Optimierungsprobleme, insbesondere mit Nebenbedingungen; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Programmierkenntnisse, grundlegende Kenntnisse der Numerik  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Numerische Verfahren der linearen und nichtlinearen Optimierung, insbesondere Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen, quadratische und sequentielle quadratische Optimierung   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I)</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten   |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2060: Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II)</b><br><i>Numerical methods of financial mathematics</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis der grundlegenden Fragestellungen der Finanzmathematik und der einfachsten numerischen Verfahren zur Lösung der zugrundeliegenden Probleme inkl. Algorithmik und Konvergenzanalyse; Kenntnisse der Grundlagen der Optionspreisbewertung inkl. Black-Scholes-Modell, der Monte-Carlo-Methoden, der stochastischen Differentialgleichungen und deren numerischer Lösung sowie der Finite-Differenzen-Approximationen zur Lösung parabolischer Probleme; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundlegende Kenntnisse der Numerik und der Stochastik  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Moduleile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Bewertung von Optionen, insbesondere Grundlagen der Optionsbewertung, Ito-Kalkül, Black-Scholes-Formel und Black-Scholes-Gleichungen, Monte-Carlo-Methoden und Finite-Differenzen-Verfahren   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II)</b><br>Modulprüfung, mündliche Einzelprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten  |   |   |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul MTH-2110: Zins- und Kreditmodelle</b><br><i>Interest Rate and Credit Models</i>  |  | 9 ECTS/LP                                    |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner   |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Erarbeitung der mathematischen Grundlagen für die Bewertung und das Hedgen von Zins- und Kreditderivaten<br>Qualifizierung zur Anwendung in Banken, Versicherungen und Asset Management<br>Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur   |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Für diese Veranstaltung werden Kenntnisse der zeitstetigen Finanzmathematik vorausgesetzt, wie sie z.B. im Modul "Numerische Verfahren der Finanzmathematik" vermittelt werden (Black-Scholes Modell, Ito-Integral und Ito-Formel, risikoneutrale Bewertung).  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 2-4 Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 6   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |  |  |
| <b>Modulteil: Zins- und Kreditmodelle</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Dieses Modul behandelt Modelle zur Bewertung von Zins- und Kreditderivaten.<br>Inhaltsübersicht als Auflistung:<br>Ho-Lee Binomialmodell in diskreter Zeit<br>Ein-Faktor-Short-Rate-Modelle<br>Affine Zinsmodelle<br>Heath-Jarrow-Morton Modell<br>Merton-Modell<br>Intensitäts- und Hazardrate-Modelle<br>Bewertung des Kontrahentenausfallrisiko |  |  |
| <b>Literatur:</b><br>Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.   |  |  |

**Prüfung**

**Zins- und Kreditmodelle**

Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur á 120 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

**Beschreibung:**

Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-2115: Zeitstetige Finanzmathematik</b><br><i>Continuous Time Finance</i>  |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit SoSe23)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Brownsche Bewegung und stochastische Integration (Ito Formel)<br>Finanzmarktmodelle in stetiger Zeit (Semimartingalmodelle)<br>Arbitrage<br>Vollständigkeit<br>Hauptsatz der Finanzmathematik<br>Black-Scholes Modell<br>Bewertung und Hedging in unvollständigen Märkten |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Erarbeitung der mathematischen Grundlagen für die Bewertung und das Hedgen von Derivaten<br>Qualifizierung zur Anwendung in Banken, Versicherungen und Asset Management<br>Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur            |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Diskrete Finanzmathematik<br>Stochastik IV  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Moduleile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Zeitstetige Finanzmathematik</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Brownsche Bewegung und stochastische Integration (Ito Formel)<br>Finanzmarktmodelle in stetiger Zeit (Semimartingalmodelle)<br>Arbitrage<br>Vollständigkeit<br>Hauptsatz der Finanzmathematik<br>Black-Scholes Modell<br>Bewertung und Hedging in unvollständigen Märkten |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.  |   |  |

**Prüfung**

**Zeitstetige Finanzmathematik**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2150: Algebraische Zahlentheorie</b><br><i>Algebraic number theory</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 2.0.0 (seit WS18/19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Hien   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Teilnehmer lernen die fundamentalen Techniken und Ergebnisse aus der algebraischen Zahlentheorie kennen. Sie eignen sich wichtige Werkzeuge von allgemeinem Interesse, wie Gruppenkohomologie, an. Sie sehen, wie verschiedene Methoden - algebraische, komplex-analytische, nicht-archimedisch analytische, homologische - benutzt werden können und müssen, um ein möglichst weites Verständnis von den Zahlkörpern zu erhalten. Dadurch erlernen sie den Austausch von Ideen zwischen den mathematischen Teilgebieten. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Modulteile****Modulteil: Algebraische Zahlentheorie**

Sprache: Deutsch

Angebotshäufigkeit: unregelmäßig

SWS: 6

ECTS/LP: 9.0

**Inhalte:**

Die Vorlesung bespricht weitergehende Erkenntnisse aus der algebraischen Zahlentheorie.

Inhaltsübersicht als Auflistung:

Verzweigungstheorie

Bewertungen auf Zahlkörpern

Gruppenkohomologie

Lokale Klassenkörpertheorie

Globale Klassenkörpertheorie

Analytische Methoden - L-Reihen

Voraussetzungen: Algebra, Grundkenntnisse über die Ringe ganzer Zahlen in Zahlkörpern

**Literatur:**

J. Neukirch: Algebraische Zahlentheorie, Springer-Verlag

J. Neukirch, A. Schmidt, K. Wingberg: Cohomology of number fields, Springer-Verlag

J. Neukirch (herausgegeben von A. Schmidt): Klassenkörpertheorie, Springer-Verlag

**Prüfung****Algebraische Zahlentheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2170: Zeitreihenanalyse (Stochastik IV)</b><br><i>Time Series Analysis (Stochastics IV)</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 2.1.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Fähigkeit, mit Hilfe statistischer Methoden zeitliche Abhängigkeiten in Daten aufzudecken, zu beschreiben, und für die Zustandsschätzung und Vorhersage zu nutzen.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Stochastik I, Stochastik II   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Zeitreihenanalyse</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>stationäre stochastische Prozesse, Autokovarianzfunktion, WN- und ARMA-Prozesse, Analyse im Zeitbereich, Analyse im Frequenzbereich, Periodogramm, Schätzen von Modellparametern, Vorhersage, rekursive Algorithmen, Zustandsraum-Modelle |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Brockwell, P.J., Davis, R.A. (1991 / 2009). Time Series - Theory and Methods. Springer  |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Zeitreihenanalyse</b><br>Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 90 Minuten<br><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br>wenn LV angeboten<br><b>Beschreibung:</b><br>Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.        |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2220: Adaptive Finite Elemente-Verfahren</b>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Martin Kronbichler  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Diese Vorlesung betrachtet fortgeschrittene Finite-Elemente-Verfahren mit folgenden Inhalten:<br><br>In dieser Vorlesung werden Theorie und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren betrachtet. Dies beinhaltet die folgenden Themengebiete:<br>1. Residuenbasierte und hierarchische Fehlerschätzer<br>2. Effizienz und Zuverlässigkeit von Fehlerschätzern<br>3. Implementierung adaptiver finiter Elemente mit hängenden Knoten<br>4. Dual gewichtete Residuen<br>5. Unstetige Galerkin-Verfahren (discontinuous Galerkin, DG) für Transportprobleme<br>6. DG-Verfahren für Erhaltungsgleichungen |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>In dieser Vorlesung werden Theorie, Anwendung und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren erlernt, mit einem Schwerpunkt auf A-Posteriori-Fehlerschätzer für Finite Elemente-Approximationen partieller Differentialgleichungen sowie nicht-konforme Finite-Elemente-Verfahren.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Numerik partieller Differentialgleichungen   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Adaptive Finite Elemente-Verfahren</b>  |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>In dieser Vorlesung werden Theorie, Anwendung und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren erlernt, mit einem Schwerpunkt auf A-Posteriori-Fehlerschätzer für Finite Elemente-Approximationen partieller Differentialgleichungen sowie nicht-konforme Finite-Elemente-Verfahren.  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>In dieser Vorlesung werden Theorie und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren betrachtet. Dies beinhaltet die folgenden Themengebiete:<br>1. Residuenbasierte und hierarchische Fehlerschätzer<br>2. Effizienz und Zuverlässigkeit von Fehlerschätzern<br>3. Implementierung adaptiver finiter Elemente mit hängenden Knoten<br>4. Dual gewichtete Residuen<br>5. Unstetige Galerkin-Verfahren (discontinuous Galerkin, DG) für Transportprobleme<br>6. DG-Verfahren für Erhaltungsgleichungen  |   |   |

**Literatur:**

R. Verfürth; A Posteriori Error Estimation Techniques for Finite Element Methods. Oxford University Press, Oxford, 2013

J. Hesthaven, T. Warburton; Nodal Discontinuous Galerkin Methods: Algorithms, Analysis, and Applications. Springer, New York, 2008

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Adaptive und nicht-konforme Finite Elemente-Verfahren (Numerik IV)** (Vorlesung)

In dieser Vorlesung werden Theorie und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren betrachtet. Dies beinhaltet die folgenden Themengebiete: 1. Residuenbasierte und hierarchische Fehlerschätzer 2. Effizienz und Zuverlässigkeit von Fehlerschätzern 3. Implementierung adaptiver finiter Elemente mit hängenden Knoten 4. Dual gewichtete Residuen 5. Unstetige Galerkin-Verfahren (discontinuous Galerkin, DG) für Transportprobleme 6. DG-Verfahren für Erhaltungsgleichungen

**Prüfung**

**Adaptive Finite Elemente-Verfahren**

Modulprüfung, Der konkrete Typ der Modulprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung oder Portfolio) wird jeweils spätestens eine Woche vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2250: Symplectic Geometry</b><br><i>Symplectic Geometry</i>  |   | 9 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Learning about techniques of symplectic geometry and their applications in the theory of classical mechanical systems. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung. |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester           |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Modulteile**

**Modulteil: Symplectic Geometry and Hamiltonian Dynamics**

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**SWS:** 6

**ECTS/LP:** 9.0

**Inhalte:**

This course is an introduction to symplectic techniques in the theory of Hamiltonian systems. It covers the following topics: Hamilton's equations, symplectic manifolds, symmetries and Noether's theorem, symplectic reduction, rigid bodies, integrable systems, stability and the KAM theorem, chaos, applications to celestial mechanics, fluid dynamics, and quantum mechanics.

Voraussetzungen: Basic differential geometry (manifolds, differential forms)

**Literatur:**

V.I.Arnold, Mathematical Methods of Classical Mechanics (Springer)

H.Hofer and E.Zehnder, Symplectic Invariants and Hamiltonian Dynamics (Birkhaeuser)

**Prüfung**

**Symplectic Geometry and Hamiltonian Dynamics**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2270: Algebraische Topologie (Vertiefung)</b><br><i>Advanced Topics in Algebraic Topology</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 2.0.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Es werden vertiefte Kenntnisse in der algebraischen Topologie vermittelt. Die Studierenden werden befähigt, sich eigenständig mit Literatur im Gebiet der algebraischen Topologie zu befassen. Dieser Modul dient auch als Vorbereitung zu weiterführenden Seminaren und Abschlussarbeiten. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Algebraische Topologie (Vertiefung)</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |
| <b>Inhalte:</b><br>Dieser Modul baut auf den Modul Algebraische Topologie auf. Es werden weiterführende Themen der algebraischen Topologie behandelt wie Kohomologie, Poincaré-Dualität, Homotopietheorie, Vektorbündel, Bordismus, K-Theorie.<br>Voraussetzungen: Algebraische Topologie  |
| <b>Literatur:</b><br>Bredon, G.E.: Topology and Geometry, vol. 139, Graduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, 1993.<br>Dold, A.: Lectures on Algebraic Topology, vol. 200. Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen, Springer-Verlag, 1972.<br>May, J. P.: A Concise Course in Algebraic Topology, University of Chicago Press.<br>Spanier, E.: Algebraic Topology. McGraw-Hill, 1966. |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Algebraische Topologie II (Vertiefung)</b> (Vorlesung + Übung)   |

|   |
|---|
| <b>Prüfung</b><br><b>Algebraische Topologie (Vertiefung)</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten |
|---|

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2320: Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation</b><br><i>Markov Chains and Monte-Carlo-Simulation</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis der mathematischen Konzepte für Markov-Ketten, Verständnis der Funktionsweise von Markov-Chain-Monte-Carlo-Algorithmen, Fähigkeit, solche Algorithmen selbstständig an Modelle zu adaptieren. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Stochastik I / Stochastik II  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <p><b>Modulteil: Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>2 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6<br/><b>ECTS/LP:</b> 9.0</p> |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>Markov-Ketten in diskreter / stetiger Zeit und mit diskretem / stetigem Zustandsraum, Stationarität, Ergodizität, Reversibilität, Markov-Chain-Monte-Carlo-Algorithmen</p>   |
| <p><b>Literatur:</b><br/>Bremaud, P. (2008). Markov Chains, Gibbs Fields, Monte Carlo Simulation, and Queues. Springer.<br/>Meyn, S.P., Tweedie, R.L. (1993). Markov Chains and Stochastic Stability. Springer.<br/>Robert, C.P., Casella, G. (2004). Monte Carlo Statistical Methods. Springer</p>   |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation</b><br/>Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 90 Minuten</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br/>wenn LV angeboten</p> <p><b>Beschreibung:</b><br/>Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.</p>  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2340: Holomorphic curves - an introduction to the modern methods of symplectic geometry</b><br><i>Holomorphic curves - an introduction to the modern methods of symplectic geometry</i>  |   | 9 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Restricted three body problem<br>Global surface of section<br>Contact topology<br>Holomorphic curves<br>Symplectic field theory  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Kenntnisse in Differentialgeometrie und Funktionalanalysis.  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung. |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester           |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Holomorphic curves</b><br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>The goal of this lecture is to make students familiar with global methods in Hamiltonian mechanics. The Hamiltonian system which plays a major role in this lecture is the restricted three body problem. In this problem one studies the dynamics of a massless body (the satellite) which is attracted by two massive bodies (the earth and the moon) according to Newton's law of gravitation. The dynamics of the satellite is prescribed by the flow of a vector field on a three dimensional energy hypersurface. One of the major questions in this lecture is if this flow admits a global surface of section. Such a global surface of section is a gadget which allows one to store the information carried by the flow on the three dimensional energy hypersurface in an area preserving map from the two dimensional disk to itself, i.e., such a gadget reduces the complexity of the problem by one dimension. Global surfaces of section can be constructed with the help of holomorphic curves. In this lecture we will study the rich interplay between holomorphic curves, contact topology and dynamics which brings students to the forefront of modern research. |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>McDuff, Salamon<br>J-holomorphic Curves and Symplectic Topology<br>AMS   |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Holomorphic curves</b> (Vorlesung + Übung)  |   |   |

**Prüfung**

**Holomorphic curves - an introduction to the modern methods of symplectic geometry (9 LP)**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2490: Endliche Körper</b><br><i>Finite Fields</i>   |   | 9 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS18/19)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden werden anhand des Studiums einer diskreten algebraischen Struktur ein vertieftes Verständnis von algebraischer, kombinatorischer und zahlentheoretischer Denkweise erwerben. |   |   |
| <b>Bemerkung:</b><br>Die Module MTH-2240 und MTH-2490 unterscheiden sich im Aufwand (SWS und LP), sind aber inhaltlich nahezu identisch. Daher dürfen Studierende nur eines dieser beiden Module einbringen.                   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>6 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Lineare Algebra I und II, Grundlagen der Algebra, der Kombinatorik und der elementaren Zahlentheorie.   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Ausschluss-Bedingung: Dieses Modul darf nicht eingebracht werden, wenn das Modul MTH-2240 oder MTH-2590 bereits eingebracht wurde! |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester   |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Endliche Körper</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0                                    |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden werden anhand des Studiums einer diskreten algebraischen Struktur ein vertieftes Verständnis von algebraischer, kombinatorischer und zahlentheoretischer Denkweise erwerben.             |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Endliche Körper</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten  |   |   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-2520: Algebraic groups and homogeneous spaces</b><br><i>Algebraic groups and homogeneous spaces</i>              |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS19/20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Maxim Smirnov   |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)              |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>Semester            |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Algebraic groups and homogeneous spaces</b><br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0 |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Algebraic groups and homogeneous spaces</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten             |   |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-2530: Perverse Garben</b><br><i>Perverse Sheaves</i>  |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.1 (seit WS19/20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Hien   |   |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Theorie der derivierten Kategorien und speziell die derivierte Kategorie der Garben auf einem topologischen Raum.</li> <li>• Verdier-Dualität</li> <li>• triangulierte Kategorien und t-Strukturen</li> <li>• Definition und Anwendungen des Begriffs "Perverse Garben"</li> </ul>  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Vorlesung führt in die modernen Techniken der Theorie der Garben auf Mannigfaltigkeiten (insbesondere der derivierten Kategorie von Garben) ein. Die entsprechenden Konstruktionen, derivierte Kategorien, triangulierte Kategorien, t-Strukturen werden abstrakt besprochen und im Hinblick auf Garben studiert.<br>Der Begriff "Perverse Garben" wird entwickelt und die Anwendungen (im Sinn der Riemann-Hilbert-Korrespondenz) werden besprochen.<br>Die Teilnehmer erlernen fundamentale Kenntnisse und Techniken, die in vielen Bereichen der Algebraischen Geometrie, Komplexen Geometrie, Symplektischen Geometrie oder Algebraischen Topologie Anwendung finden. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Perverse Garben</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Perverse Garben</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten  |   |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-2540: Floer Homologie</b><br><i>Floer Homology</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS19/20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder                              |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Arnold conjecture, Analysis of pseudoholomorphic curves, Rabinowitz action functional        |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>                      | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Floer Homologie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0 |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Arnold conjecture, Analysis of pseudoholomorphic curves, Rabinowitz action functional        |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Floer Homologie</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten                       |   |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-2590: Topics in Galois Fields</b><br><i>Topics in Galois Fields</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS21/22)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. Algebraic and number theoretical foundation</li> <li>2. Multiplicative group, existence and uniqueness</li> <li>3. Mappings for extensions of finite fields and normal bases</li> <li>4. The algebraic closure of a finite field</li> <li>5. Irreducible polynomials over finite fields</li> <li>6. Factorization of univariate polynomials over finite fields</li> <li>7. Normal bases and cyclotomic modules</li> <li>8. Characters, Gauss sums and the DFT</li> <li>9. Primitive normal bases</li> <li>10. Basis representation and arithmetics</li> <li>11. Primitive elements in affine hyperplanes</li> </ol> |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>"Finite fields" (resp. "Galois fields") belong to the fundamental structures which play an important role in modern applications, such as Coding Theory, Cryptography or Signal processing. After establishing the classical results on finite fields, our focus will be on developments from the last 25 years.  |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Concerning the contents, the previous modules MTH-2240 and MTH-2490 are nearly identical to MTH-2590. It is therefore possible to earn credit points only for one of these modules.   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Linear Algebra; foundations of Algebra, Combinatorics and elementary Number Theory.   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>This module can only be credited, when module MTH-2240 or module MTH-2490 have not already been credited. |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester  |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Topics in Galois Fields: Lectures and Exercises</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |  |
| <b>Lernziele:</b><br>"Finite fields" (resp. "Galois fields") belong to the fundamental structures which play an important role in modern applications, such as Coding Theory, Cryptography or Signal processing. After establishing the classical results on finite fields, our focus will be on developments from the last 25 years.  |   |  |

**Inhalte:**

1. Algebraic and number theoretical foundation
2. Multiplicative group, existence and uniqueness
3. Mappings for extensions of finite fields and normal bases
4. The algebraic closure of a finite field
5. Irreducible polynomials over finite fields
6. Factorization of univariate polynomials over finite fields
7. Normal bases and cyclotomic modules
8. Characters, Gauss sums and the DFT
9. Primitive normal bases
10. Basis representation and arithmetics
11. Primitive elements in affine hyperplanes

**Literatur:**

Dirk Hachenberger and Dieter Jungnickel, Topics in Galois Fields, Springer Nature Switzerland, Cham, 2020.

**Prüfung**

**Topics in Galois Fields**

Hausarbeit/Seminararbeit

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-2640: Kategorientheorie</b><br><i>Category Theory</i>  |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS17/18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen  |   |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengentheoretische Grundlagen</li> <li>• Kategorien, Funktoren, natürliche Transformationen</li> <li>• Beispiele</li> <li>• Limiten und Kolimiten</li> <li>• Adjungierte Funktoren</li> <li>• Kan-Erweiterungen</li> <li>• Enden und Koenden</li> <li>• Monoidale Kategorien</li> <li>• Lokalisierung von Kategorien</li> <li>• Anwendungen</li> </ul>   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben einen Überblick über die wesentlichen Konzepte der Kategorientheorie gewonnen. Sie erkennen in anderen Teilgebieten der Mathematik universelle Konstruktionen und können die Kategorientheorie gewinnbringend in anderen Disziplinen einbringen. Sie nehmen Kategorien weiter als algebraische Objekte wahr, die Invarianten anderer Strukturen sein können. Die Studenten verstehen schließlich die grundlagentheoretischen Probleme, die sich durch einen zu naiven Begriff einer Menge ergeben, und haben Anwendungen außerhalb der Mathematik, z.B. in der theoretischen Informatik gesehen. |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Zur erfolgreichen Belegung des Moduls benötigen die Teilnehmer lediglich eine gewisse mathematische Reife und das Interesse, sich mit abstrakten Strukturen zu beschäftigen.   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Moduleile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Kategorientheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch   |   |  |
| <b>Modulteil: Übungen zur Kategorientheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch   |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Modulprüfung</b><br>Portfolioprüfung<br><b>Beschreibung:</b><br>Es sind schriftliche Übungsaufgaben zu bearbeiten, mündlich an der Tafel vorzurechnen und am Ende eine kurze mündliche Prüfung zu bestehen.  |   |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-2650: Homotopietypentheorie</b><br><i>Homotopy Type Theory</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Zunächst wird mathematisches Arbeiten innerhalb einer intuitionistischen Typentheorie vermittelt. Dabei wird ein besonderer Fokus auf den Gleichheitsbegriff gelegt. Gleichheit in elementaren Typen wird charakterisiert.<br>Homotopietheoretische Begriffe, das Univalenzaxiom und Beispiele von höheren induktiven Typen werden eingeführt. Diese Homotopietheoretische Erweiterung der Typentheorie wird eingesetzt, um ausgewählte Homotopiegruppen zu berechnen und abstrakte Varianten klassischer Resultate der algebraischen Topologie zu beweisen.   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>* Mathematisches Argumentieren und Beweisen in einer abhängigen Typentheorie. Diese Kenntnisse sind eine Grundlage für die Verwendung der meisten computergestützten Beweisassistentensysteme.<br>* Grundlegendes Verständnis für Fragestellungen und Techniken der abstrakten Homotopietheorie. Die gewonnenen Vorstellungen sind übertragbar auf andere Herangehensweisen wie etwa höhere Kategorientheorie.<br>* Anwendung von Univalenz und höheren Induktiven Typen auf homotopietheoretische Probleme. Ein Studium fortgeschrittener Themen der Homotopietypentheorie ist damit möglich. |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Erfahrung mit abstrakter Mathematik, wie sie etwa im Rahmen von einführenden Modulen der Bereiche Topologie und Algebra erlangt werden kann. Elementare Kenntnisse in diesen Bereichen sind hilfreich, aber nicht erforderlich.  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Homotopietypentheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 4  |   |  |
| <b>Modulteil: Übungen zur Homotopietypentheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 2  |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Modulprüfung</b><br>Portfolioprüfung   |   |  |



|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-2690: Inverse Probleme</b><br><i>Inverse Problems</i>                                    |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1 (seit SoSe23)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tatjana Stykel                           |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |  |
| <b>Modulteile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Inverse Probleme</b>  |   |  |
| <b>Sprache:</b> Deutsch   |   |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>   |   |  |
| <b>Inverse Probleme</b> (Vorlesung + Übung)<br>Weitere Informationen finden Sie als PDF unter "Files" |   |  |
| <b>Prüfung</b>  |   |  |
| <b>Inverse Probleme</b><br>Modulprüfung   |   |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-2710: Homotopische Algebra</b><br><i>Homotopical Algebra</i>      |   | 18 ECTS/LP   |
| Version 1<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen          |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>                      | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>Semester            |
|  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Homotopische Algebra I</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Homotopische Algebra</b><br>Modulprüfung                  |   |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-3250: Komplexe Geometrie</b><br><i>Complex Geometry</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>                      | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Komplexe Geometrie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch  |   |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Complex Geometry</b><br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>Phillip Griffiths/Joseph Harris: Principles of Algebraic Geometry<br>Daniel Huybrechts: Complex Geometry - An Introduction<br>Claire Voisin: Hodge Theory and Complex Algebraic Geometry I<br>Raymond Wells: Differential Analysis on Complex Manifolds |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Komplexe Geometrie</b><br>Portfolioprüfung  |   |  |

|  |                                      |  |
|--|--------------------------------------|--|
| <b>Modul MTH-3265: Lie-Gruppen und homogene Räume</b><br><i>Lie Groups and Homogeneous Spaces</i>  |                                      | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Dr. Peter Quast  |                                      |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.   |                                      |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |                                      | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>     | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig |  |
| <b>Modulteile</b>  |                                      |  |
| <b>Modulteil: Lie-Gruppen und homogene Räume</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0                        |                                      |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Lie-Gruppen und homogene Räume</b><br>Modulprüfung, schriftliche Prüfung oder mündliche Prüfung oder Portfolioprüfung |                                      |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-3280: Nonlinear Functional Analysis</b><br><i>Nonlinear Functional Analysis</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS17/18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>This course is an introduction to nonlinear functional analysis and its applications. It covers the following topics: Banach manifolds, nonlinear Fredholm operators, implicit function theorem, Sard-Smale theorem, Leray-Schauder degree, Frechet manifolds, Nash-Moser implicit function theorem, scaled Banach spaces, applications to ordinary and partial differential equations. |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Learning about the basic techniques of nonlinear functional analysis and their applications to differential equations.  |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>270 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Modul Funktionalanalysis (MTH-1100)   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> nach Bedarf   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Nonlinear Functional Analysis</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Kai Cieliebak<br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |  |
| <b>Lernziele:</b><br>Learning about the basic techniques of nonlinear functional analysis and their applications to differential equations.  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>This course is an introduction to nonlinear functional analysis and its applications. It covers the following topics: Banach manifolds, nonlinear Fredholm operators, implicit function theorem, Sard-Smale theorem, Leray-Schauder degree, Frechet manifolds, Nash-Moser implicit function theorem, scaled Banach spaces, applications to ordinary and partial differential equations. |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>K. Deimling, Nonlinear Functional Analysis  |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Nonlinear Functional Analysis</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten  |   |  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-3500: Spezielle Kapitel der Algebra</b><br><i>Selected Topics in Algebra</i>                                    |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen                                      |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Algebra vertieft. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Vertiefte Kenntnisse in Algebra   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Spezielle Kapitel der Algebra</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Algebra (3 LP) MTH-3500</b><br>Modulprüfung, Lehrveranstaltungsprüfung            |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Algebra</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten                      |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-3510: Spezielle Kapitel der Analysis</b><br><i>Selected Topics in Analysis</i>                                   |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen                                       |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Analysis vertieft. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Vertiefte Kenntnisse in Analysis   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: <a href="#">Spezielle Kapitel der Analysis</a></b><br><b>Sprache:</b> Deutsch                                   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Analysis</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten                      |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-3520: Spezielle Kapitel der Geometrie</b><br><i>Selected Topics in Geometry</i>                                   |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 2.0.0 (seit SoSe21)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Geometrie vertieft. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Vertiefte Kenntnisse in Geometrie   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: <a href="#">Spezielle Kapitel der Geometrie</a></b><br><b>Sprache:</b> Deutsch                                   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Geometrie</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten                      |   |   |



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-3530: Spezielle Kapitel der Optimierung</b><br><i>Selected Topics in Optimization</i>                               |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Optimierung vertieft. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Vertiefte Kenntnisse in der Optimierung   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Spezielle Kapitel der Optimierung</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Optimierung</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten                      |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-3540: Spezielle Kapitel der Stochastik</b><br><i>Selected Topics in Stochastics</i>                                |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.1.0 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Stochastik vertieft. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Vertiefte Kenntnisse in Stochastik   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Spezielle Kapitel der Stochastik</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Stochastik</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten                       |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-3550: Spezielle Kapitel der Numerik</b><br><i>Selected Topics in Numerics</i>                                   |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen                                      |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Numerik vertieft. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Vertiefte Kenntnisse in Numerik   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Spezielle Kapitel der Numerik</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Numerik</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten                      |   |   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-3560: Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung</b>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS18/19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu freien Randwertproblemen, insbesondere die Theorie der Funktionen von beschränkter Variation in mehreren Dimensionen. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung, Forschungsliteratur in diesem Gebiet zu lesen, sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten sowie die erlernte Theorie in anwendungsorientierten Problemen einzusetzen. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |  |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <p><b>Modulteil: Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p> <p><b>SWS:</b> 6</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 9.0</p>  |
| <p><b>Literatur:</b></p> <p>Luigi Ambrosio, Nicola Fusco, and Diego Pallara. Functions of bounded variation and free discontinuity problems. Oxford Mathematical Monographs. The Clarendon Press, Oxford University Press, New York, 2000.</p> <p>Lawrence C. Evans and Ronald F. Gariepy. Measure theory and fine properties of functions. Textbooks in Mathematics. CRC Press, Boca Raton, FL, revised edition, 2015.</p> <p>Herbert Federer. Geometric measure theory. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Band 153. Springer-Verlag New York Inc., New York, 1969.</p> |

|  |
|--|
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung</b></p> <p>Portfolioprüfung</p> |
|--|

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-3580: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis</b><br><i>Selected Topics in Nonlinear Analysis</i>  |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS19/20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Problemen in der Theorie der nichtlinearen Analysis. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br><b>SWS:</b> 4<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Variationelle Probleme<br>Regularitätstheorie,<br>Nichtlineare Gleichungen,<br>Ggf. Anwendungen   |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>wird in der VL bekanntgegeben   |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis</b><br>Mündliche Prüfung   |   |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-3590: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten</b><br><i>Computational uncertainty quantification for partial differential equations</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Peterseim   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Tieferes Verständnis der Unsicherheitsquantifizierung bei partiellen Differentialgleichungen mit Unsicherheiten in ihren wichtigsten Ausprägungen; Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Verständnis der Problematik hochdimensionaler Probleme sowie grundlegender Lösungsansätze; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Numerik partieller Differentialgleichungen  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten</b><br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Grundlagen der Theorie partieller Differentialgleichungen mit Unsicherheiten;<br>Approximationstheorie und Numerik hochdimensionaler Probleme;<br>Monte-Carlo-Methoden, stochastische Kollokations- und Galerkin-Methoden, Momentenmethode, Bayessche Methoden   |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>R.G. Ghanem, P.D. Spanos: Stochastic finite elements: a spectral approach. Springer-Verlag, 1991<br>O.P. Le Maître, O.M. Knio: Spectral methods for uncertainty quantification. Springer, 2010<br>M.B. Giles: Multilevel Monte Carlo methods, Acta Numerica 24 (2015), 259–328<br>T.J. Sullivan: Introduction to uncertainty quantification, Springer, 2015  |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>MTH-3590 Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten</b><br>Portfolioprüfung<br><b>Beschreibung:</b><br>Die genauen Prüfungsmodalitäten werden am Anfang der Vorlesung bekannt gegeben.   |   |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-9622: Elemente der geometrischen Maßtheorie</b>   |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 1 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Inhaltsübersicht als Auflistung:<br>- Überdeckungssätze<br>- Differentiaion von Maßen<br>- Theorie der BV-Funktionen<br>Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der Lebesgueschen Integrationstheorie.   |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Elemente der geometrischen Maßtheorie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br><b>SWS:</b> 4<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Inhaltsübersicht als Auflistung:<br>- Überdeckungssätze<br>- Differentiaion von Maßen<br>- Theorie der BV-Funktionen  |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>Lawrence C. Evans and Ronald F. Gariepy. Measure theory and fine properties of functions. Textbooks in Mathematics. CRC Press, Boca Raton, FL, revised edition, 2015.<br>Herbert Federer. Geometric measure theory. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Band 153. Springer-Verlag New York Inc., New York, 1969. |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Elemente der geometrischen Maßtheorie</b><br>Portfolioprüfung   |   |  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1340: Seminar zur Algebra</b><br><i>Seminar on Algebra</i>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten sind in der Lage, sich ein auf den Grundvorlesungen und weiterführenden Vorlesungen der Algebra aufbauendes eng umgrenztes Thema anhand von Lehrbüchern selbständig zu erarbeiten. Sie haben gelernt, die entscheidenden Punkte des jeweiligen Themas zu extrahieren und dann in einem einer Vorlesung ähnlichen Tafelvortrag den anderen Seminarteilnehmern verständnisorientiert zu vermitteln. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Modulteile****Modulteil: Seminar zur Algebra****Lehrformen:** Seminar**Sprache:** Deutsch**Angebotshäufigkeit:** jedes Semester**Arbeitsaufwand:**

2 Std. Seminar (Präsenzstudium)

**SWS:** 2**ECTS/LP:** 6.0**Inhalte:**

Seminar über ein Thema der Algebra, der algebraischen Geometrie oder der algebraischen Zahlentheorie.

Mögliche Themen sind etwa:

Die p-adischen Zahlen

Der Satz von Auslander--Buchsbaum

Ganze Ringerweiterungen

Die kubische Fläche

Quadratische Formen

Galoissche Theorie und Überlagerungen

Moduln über Dedekindschen Bereichen

Elliptische Kurven

Kryptographie

Einführung in die Theorie der Schemata

Voraussetzungen: Solide Grundkenntnisse in Algebra und algebraischen Strukturen, wie Ringe, Körper und Moduln.



**Literatur:**

S. Lang: Algebra. Springer.  
M. F. Atiyah, I. G. MacDonald: Introduction to Commutative Algebra.  
R. Hartshorne: Algebraic Geometry. Springer.  
J.-P. Serre: A Course in Arithmetics. Springer.  
Eisenbud, D., Harris, J.: The geometry of schemes. Springer, 2000.

**Prüfung**

**Seminar zur Algebra**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1360: Seminar zur Analysis</b><br><i>Seminar Analysis</i>  |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>siehe die jeweiligen Veranstaltungen. Wird rechtzeitig vor Beginn des Semesters festgelegt.  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Durch Selbststudium mathematischer Themen im Bereich der Analysis und ihrer Anwendungen, Vortrag und wissenschaftlicher Diskussion sollen folgende Ziele erreicht werden:<br>Befähigung zum selbständigen Erarbeiten wissenschaftlicher Literatur,<br>Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung komplexer Problemstellungen,<br>Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten mathematischen Methoden<br>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:<br>Eigenständiges Arbeiten mit wissenschaftlicher Literatur, Erprobung verschiedener Präsentationstechniken und Präsentationsmedien, Führen wissenschaftlicher Diskussionen und die Vermittlung von Problemlösungsansätzen. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Eine der zugeordneten Moduleile muss abgelegt werden. Die genaue Form der Modulprüfung wird rechtzeitig vor Beginn des Semesters festgelegt. |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester   |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig          |   |

|   |
|---|
| <b>Moduleile</b>  |
| <b>Moduleil: Seminar zur Analysis</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |
| <b>Lernziele:</b><br>Durch Selbststudium mathematischer Themen im Bereich der Analysis und ihrer Anwendungen, Vortrag und wissenschaftlicher Diskussion sollen folgende Ziele erreicht werden:<br>Befähigung zum selbständigen Erarbeiten wissenschaftlicher Literatur,<br>Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung komplexer Problemstellungen,<br>Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten mathematischen Methoden<br>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:<br>Eigenständiges Arbeiten mit wissenschaftlicher Literatur, Erprobung verschiedener Präsentationstechniken und Präsentationsmedien, Führen wissenschaftlicher Diskussionen und die Vermittlung von Problemlösungsansätzen. |

|  |
|--|
| <b>Inhalte:</b><br>aktuelle wechselnde Forschungsthemen.<br>Wird in der jeweiligen Lehrveranstaltung vor Semesterbeginn bekannt gegeben.   |
| <b>Lehr-/Lernmethoden:</b><br>Eigenständige Einarbeitung in ein aktuelles Forschungsgebiet, eigenständige Präsentation und wissenschaftliche Diskussion  |
| <b>Literatur:</b><br>Wird in der jeweiligen Lehrveranstaltung vor Semesterbeginn bekannt gegeben.  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Seminar zur Analysis</b> (Seminar)<br><b>Seminar zur Analysis: Einführung in die Theorie der Gradientenflüsse (Master)</b> (Seminar)<br>Themen: * Vier verschiedene Formulierungen von Gradientenflüssen * Optimaler Transport und Wassersteindistanzen * Absolut stetige Kurven und Geschwindigkeitsfelder, Teil 1 * Absolut stetige Kurven und Geschwindigkeitsfelder, Teil 2 * Gradientenflüsse in Wassersteinräumen * Konvergenz des JKO-Schemas<br><b>Seminar zur Analysis: Navier-Stokes Gleichungen</b> (Seminar)<br><b>Stochastische Differentialgleichungen</b> (Seminar) |
| <b>Prüfung</b><br><b>Seminar zur Analysis Seminar zur Analysis</b><br>Modulprüfung, wird in der jeweiligen Veranstaltung vor dem Semesterbeginn festgelegt   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1380: Seminar zur Geometrie</b><br><i>Seminar in Geometry</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.1 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Selbststudium vertieften Wissens im Bereich der Geometrie und ihrer Anwendungen. Befähigung zum wissenschaftlichen Erarbeiten von Literaturquellen, Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen und erproben verschiedene Präsentationstechniken und Präsentationsmedien; Sie erlernen das Führen wissenschaftlicher Diskussionen und die Vermittlung von Problemlösungsansätzen  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>4 Semester |
| <b>SWS:</b><br>8   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Seminar zur Geometrie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>(ohne Anspruch auf Vollständigkeit)<br>Lie-Gruppen und ihre Darstellungen: Dieses Seminar führt in die Theorie der Lie-Gruppen und ihre Darstellungen ein.<br>Geometrie und Topologie (Morsetheorie): Die Morsetheorie ist eines der fundamentalen Werkzeuge zur Untersuchung der Topologie glatter Mannigfaltigkeiten. Wir erarbeiten die Grundzüge dieser Theorie an Hand des klassischen Textes von Milnor und diskutieren Anwendungen auf die Klassifikation von Mannigfaltigkeiten (h-Kobordismussatz) und die Berechnung der Homotopiegruppen kompakter Liegruppen (Bott-Periodizität).<br>Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie<br>Topologie<br>Die Voraussetzungen sind abhängig vom jeweiligen Seminarthema |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Bröcker, T., Dieck, T. Tom: Representations of Compact Lie Groups.<br>Fulton, W., Harris, J.: Representation theory.<br>Milnor, J.: Morse Theory. Annals of Mathematics Studies, Princeton University Press.<br>Milnor, J.: Lectures on the h-Cobordism Theorem. Princeton University Press.  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Master-Seminar zur Geometrie</b> (Seminar)   |   |   |

|   |
|---|
| <p><b>Modulteil: Seminar zur Topologie</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>SWS:</b> 2</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>   |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Aufbauend auf einführende Vorlesungen in der Topologie oder Geometrie werden weiterführende Themen im Bereich der Topologie behandelt. Diese können auch als Grundlage für Bachelorarbeiten dienen.</p> <p>Voraussetzungen: Grundlage ist eine einführende Vorlesung im Bereich der Geometrie oder Topologie.</p> |
| <p><b>Modulteil: Seminar zur Geometrie: Seminar Finsler-Geometrie</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 2</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>   |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Seminar über Finsler-Geometrie</p> <p>Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie</p> <p>Topologie</p> <p>Die Voraussetzungen sind abhängig vom jeweiligen Seminarthema</p>  |
| <p><b>Literatur:</b></p> <p>Bröcker, T., Dieck, T. Tom: Representations of Compact Lie Groups.</p> <p>Fulton, W., Harris, J.: Representation theory.</p> <p>Milnor, J.: Morse Theory. Annals of Mathematics Studies, Princeton University Press.</p> <p>Milnor, J.: Lectures on the h-Cobordism Theorem. Princeton University Press.</p>    |
| <p><b>Modulteil: Seminar zur Geometrie: Seminar Topics in Symplectic Geometry</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 2</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>   |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Seminar über Symplectic Geometry</p> <p>Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie</p> <p>Topologie</p> <p>Die Voraussetzungen sind abhängig vom jeweiligen Seminarthema</p>  |
| <p><b>Literatur:</b></p> <p>Bröcker, T., Dieck, T. Tom: Representations of Compact Lie Groups.</p> <p>Fulton, W., Harris, J.: Representation theory.</p> <p>Milnor, J.: Morse Theory. Annals of Mathematics Studies, Princeton University Press.</p> <p>Milnor, J.: Lectures on the h-Cobordism Theorem. Princeton University Press.</p>    |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Topics in Symplectic Geometry</b> (Seminar)</p>  |

**Prüfung**

**Seminar zur Geometrie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfung**

**Seminar zur Topologie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfung**

**Seminar zur Geometrie: Seminar Finsler-Geometrie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfung**

**Seminar zur Geometrie: Seminar Topics in Symplectic Geometry**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1400: Seminar zur Optimierung</b><br><i>Seminar in Optimization</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür<br>Harks, Tobias, Prof. Dr.   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Selbstständige Erarbeitung mathematischer Inhalte sowie einer angemessenen Präsentation in Wort und Schrift   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Einführung in die Optimierung (Optimierung I)<br>Lineare Algebra<br><br>Modul Lineare Algebra I (MTH-1000) - empfohlen<br>Modul Einführung in die Optimierung (Optimierung I) (MTH-1140) - empfohlen  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>4. - 6. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Seminar zur Optimierung</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Studium ausgewählter Fragestellungen der Optimierung  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>  |   |   |
| <b>Seminar zur Optimierung: Optimization Methods in Data Science (Seminar)</b><br>Im Seminar sollen typische kontinuierliche Optimierungsprobleme und -methoden vorgestellt werden, welche in den Datenwissenschaften und im maschinellen Lernen eine besondere Rolle spielen. Der Fokus liegt auf Verfahren erster Ordnung (Varianten des Gradientenverfahrens) für nichtlineare, ggf.-auch nichtglatte Zielfunktionen mit und ohne Nebenbedingungen. Ebenfalls können alternierende Optimierungsverfahren, etwa für Niedrigrangmodelle betrachtet werden.  |   |   |
| <b>Seminar zur Optimierung: Semidefinite Optimierung (Seminar)</b><br>Inhalt: In diesem Seminar besprechen wir so genannte semidefinite Optimierungsprobleme (SDPs), das sind Probleme, deren Variablen Matrizen sind und die die Nebenbedingung enthalten, dass die Variablenmatrix positiv semidefinit ist. Solche Probleme können effizient gelöst werden mit so genannten Innere-Punkte-Verfahren. Das Seminar behandelt die Theorie der semidefiniten Optimierung und deren Anwendung zur Lösung von NP-schweren kombinatorischen Optimierungsproblemen. Voraussetzungen: Grundlagen zur Optimierung (im Umfang der Vorlesungen Optimierung I und II) Ihre Aufgaben: Sie ... • halten einen Vortrag über Ihr Thema (ca. 60 Minuten) • schreiben eine Ausarbeitung (Seminararbeit, ca. 10 Seiten) Termine: Das Seminar findet als Blockseminar (Donnerstag/Freitag/Samstag) statt (voraussichtlich im Juni 2023) Vorbesprechung: Montag 06.02.2023 um 17:30 in Raum 2004/L1 DIGICAMPUS-Anmeldung: bis Sonntag 05.02.2023 um 23:59. Maximale Teilnehmerzahl: 13 (bei mehr als 13 Anmeldungen entscheidet da ... (weiter siehe Digicampus) |   |   |
| <b>Seminar zur Optimierung: Standortoptimierung (Seminar)</b>  |   |   |

Inhalt: Standortoptimierung beschäftigt sich mit der optimalen Wahl von Standorten mit der Berücksichtigung von verschiedensten Bedingungen und in Hinblick auf diverse Zielsetzungen. Mögliche Bedingungen sind zum Beispiel wieviele Standorte ausgewählt werden sollen, oder Kapazitätsanforderungen an die ausgewählten Standorte. Die betrachteten Zielsetzungen reichen von der möglichst schnellen Erreichbarkeit aller vom naheliegendsten ausgewählten Standort (beispielsweise wenn es um die Standortauswahl für Feuerwehren geht) bis hin zur Minimierung der Kosten der gewählten Standorte. Ziel des Seminars ist es, verschiedene Standortprobleme kennen zu lernen und sowohl Anwendungen als auch mathematische Modelle und Lösungsverfahren für diese zu diskutieren. Voraussetzungen: Grundlagen zur Optimierung (im Umfang der Vorlesungen Optimierung I und II) Ihre Aufgaben: Sie ... • halten einen Vortrag über Ihr Thema (ca. 60 Minuten) • schreiben eine Ausarbeitung (Seminararbeit, ca. 10 Seiten) Termine:  
... (weiter siehe Digicampus)

#### Prüfung

##### **Seminar zur Optimierung**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten



|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1410: Seminar zur Stochastik</b><br><i>Seminar on Probability</i>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.6.0 (seit WS17/18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Vitali Wachtel  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Studium von wissenschaftlichen Zeitschriftenartikeln und Aufsätzen zu verschiedenen Themen (Erneuerungstheorie, Irrfahrten, Zufallszahlen). Erarbeiten von Simulationsstudien mit statistischer Auswertung.  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Befähigung zum wissenschaftlichen Erarbeiten von Literaturquellen. Selbstständige Erarbeitung von Problemstellungen auf der Stochastik und deren Anwendungen.<br>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen und erproben verschiedene Präsentationstechniken; Sie erlernen das Führen wissenschaftlicher Diskussionen und die schriftliche Ausarbeitung von Texten mit mathematischem Inhalt (in TeX) |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Stochastik I und II sind wünschenswert.  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich alle 2 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>3. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteil</b>   |
| <b>Modulteil: Seminar zur Stochastik</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0  |
| <b>Lernziele:</b><br>Befähigung zum wissenschaftlichen Erarbeiten von Literaturquellen. Selbstständige Erarbeitung von Problemstellungen auf der Stochastik und deren Anwendungen.<br>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen und erproben verschiedene Präsentationstechniken und Präsentationsmedien; Sie erlernen das Führen wissenschaftlicher Diskussionen und die schriftliche Ausarbeitung von Texten mit mathematischem Inhalt (in TeX)  |
| <b>Literatur:</b><br>Literatur wird bekannt gegeben.   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Seminar (Master): Survival Analysis (SAfJR 2023)</b> (Seminar)<br>Das Seminar findet im Rahmen der „Survival Analysis for Junior Researchers“ Konferenz (SAfJR) statt, die gemeinsam mit der Universität Ulm ausgerichtet wird. Es basiert auf der internationalen Zusammenarbeit des Instituts für Statistik in Ulm und dem Departement Biostatistik der Universität in Zürich. Thematisch bietet das Seminar eine Einführung in die Survival Analyse. Teil davon ist die kostenlose Teilnahme an einem halbtägigen Tutorial von Prof. Torsten Hothorn (Universität Zürich) im Rahmen der Konferenz SAfJR2023 auf der Reissensburg. Ziel ist hierbei der Austausch mit Studierenden eines ähnlichen Themengebiets von anderen Universitäten. Zusätzlich kann man Kenntnisse der Grundlagen im Bereich der Survival Analyse erlangen.<br><b>Seminar zur Stochastik (Bachelor+Master)</b> (Seminar) |

Im Seminar werden verschiedene Bücher und Originalarbeiten zur Nutzentheorie und zu Risikomaßen besprochen. Das Seminar wendet sich sowohl an Interessierte ohne Vorkenntnisse in Risikotheorie, als auch an Hörer der Vorlesung Quantitative Methoden des Risikomanagements.

**Seminar zur Stochastik (Master) (Seminar)**

Mathematische und computergestützte statistische Verfahren sind aus dem modernen Risikomanagement von Banken und Versicherungen nicht mehr wegzudenken. Dabei werden etablierte Methoden laufend weiterentwickelt und angepasst, um aktuellen Herausforderungen wie etwa dem Klimawandel oder den zuletzt wieder stark gestiegenen Zinsen gerecht zu werden. Im Rahmen dieses Seminars soll die Bedeutung der datengetriebenen Statistik aber auch deren Grenzen für das praktische Risikomanagement anhand ausgewählter Fragestellungen untersucht werden. Mögliche Fragestellungen in diesem Zusammenhang sind etwa: • Wie lassen sich Expertenmeinungen durch Wahrscheinlichkeiten beschreiben und in Modelle integrieren? • Wie funktioniert eine Marktrisikomessung und wie lassen sich Klimarisiken integrieren? • Was lässt sich die Simulation seltener Ereignisse (z.B. einer Flutkatastrophe) effizient durchführen?

**Seminar zur Stochastik (Master) (Seminar)**

Im Seminar sollen sich Studierende mit der Anwendung statistischer Methoden auf medizinische Fragestellungen auseinandersetzen. Dazu kann entweder eine Methode anhand eines englischsprachigen Fachartikel aus der Medizin vorgestellt werden oder eine konkrete medizinische Fragestellung anhand eines realen Datensatzes beantwortet werden. Themen beinhalten z.B. Ereigniszeitanalyse, nicht-parametrische Statistik, Regression und Klassifikation, statistisches Testen, ....

**Seminar zur Stochastik (Master) (Seminar)**

Verschiedene Themen aus dem Bereich der Energie- und Klima-Modellierung im Hinblick auf das Risikomanagement; zugehörige mathematische, insbesondere statistische Modelle und Methoden.

**Seminar zur Stochastik - Mathematisches Seminar (Seminar)**

**Stochastische Differentialgleichungen (Seminar)**

**Modulteil: Seminar zur Stochastik: Hausdorff-Maß**

**Sprache:** Deutsch

**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig

**SWS:** 2

**ECTS/LP:** 6.0

**Inhalte:**

Äußeres Maß, Hausdorff-Maß  $k$ -ter Ordnung in  $\mathbb{R}^d$ , Integration bzgl. eines Hausdorff-Maßes, Transformationsformeln für Integrale, Hausdorff-Dimension von Nullmengen, Selbstähnlichkeit, Mengen vom Cantor-Typ, Normale Zahlen.  
Voraussetzungen: Kenntnisse in Analysis I und II, Stochastik I (Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie)

**Literatur:**

- C.A. Rogers: Hausdorff Measure, Cambridge UP, 1998
- P. Billingsley: Probability and Measure, 3rd ed., Wiley, 2003
- P. Billingsley: Ergodic Theory and Information, Wiley, 1965
- K. Falconer: Fractal Geometry, 2nd ed., Wiley, 1998

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Seminar zur Stochastik - Mathematisches Seminar (Seminar)**

**Prüfung**

**Seminar zur Stochastik**

Seminar, Vortrag, Teilnahme an allen Seminarterminen / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Prüfung**

**Seminar zur Stochastik: Hausdorff-Maß**

Seminar / Prüfungsdauer: 90 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1640: Oberseminar zur Optimierung</b><br><i>Advanced Seminar in Optimization</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Vertiefte Kenntnisse über die aktuelle Forschung im Bereich der Optimierung. Befähigung zum eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten und zur Darstellung der resultierenden Forschungsergebnisse. Beherrschung verschiedener Präsentationstechniken. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Einführung in die Optimierung  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b>                    |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Oberseminar zur Optimierung</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Es werden aktuelle Forschungsthemen in der Optimierung diskutiert.   |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Oberseminar zur Optimierung</b><br>Es werden aktuelle Forschungsthemen in der Optimierung diskutiert. Voraussetzungen: Einführung in die Optimierung  |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Oberseminar zur Optimierung</b><br>Mündliche Prüfung   |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1720: Oberseminar zur Algebra</b><br><i>Oberseminar on Algebra</i>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in mindestens einem Teilbereich der Algebra. Sie haben die Fertigkeit sich Problemstellungen der aktuellen Forschung selbstständig mittels Literaturstunden zu erarbeiten und in Form einer Präsentation darzustellen. Sie besitzen die Kompetenz, die Bedeutung der Problemstellungen und deren Lösungsansätze in einem speziellen Forschungsthema anderen zu vermitteln und diese auch in wissenschaftlicher Diskussion überzeugend zu vertreten. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>3. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Oberseminar zur Algebra</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Das Oberseminar behandelt aktuelle wissenschaftliche Forschungstexte im Bereich der Algebra. Die Themen variieren nach den Vorkenntnissen der Studierenden.<br>Voraussetzungen: Empfehlenswert sind mindestens zwei aufeinander aufbauende Vorlesungen oder Seminare im Bereich Algebra.  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>AG Algebra</b><br><b>Oberseminar Algebra</b>   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Oberseminar zur Algebra</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten  |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1730: Oberseminar zur Analysis</b><br><i>Research Seminar Analysis</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker<br>Beck, Peter, Schmidt  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Das Oberseminar behandelt aktuelle wissenschaftliche Forschungstexte im Bereich der Analysis. Die Themen variieren nach den Vorkenntnissen der Studierenden.<br>Voraussetzungen: Vertieftes Wissen im Bereich Analysis etwa über   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Durch Selbststudium mathematischer Themen im Bereich der Analysis und ihrer Anwendungen, Vortrag und wissenschaftlicher Diskussion sollen folgende Ziele erreicht werden:<br>Befähigung zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten mit aktueller wissenschaftlicher Literatur im Bereich Analysis, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe analytischer Methoden, Entwicklung neuer mathematischer Methoden.<br>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:<br>Eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliche Vortragstechniken, Führen wissenschaftlicher Diskussionen und die Vermittlung von mathematischen Theorien. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Differentialgleichungen oder Funktionalanalysis.<br>Empfehlenswert sind mindestens zwei aufeinander aufbauende Vorlesungen oder Seminare im Bereich der vertieften Analysis.   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>3. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Oberseminar zur Analysis</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Fritz Colonius, Prof. Dr. Malte Peter, Prof. Dr. Dirk Blömker, Prof. Dr. Bernd Schmidt, Prof. Dr. Lisa Beck<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0  |   |   |

**Inhalte:**

Das Oberseminar behandelt aktuelle wissenschaftliche Forschungstexte im Bereich der Analysis. Die Themen variieren nach den Vorkenntnissen der Studierenden.

**Literatur:**

Nach Vereinbarung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Oberseminar Differentialgleichungen**

**Oberseminar zu Inverse Problemen und partiellen Differentialgleichungen (Seminar)**

**Prüfung**

**Vortrag**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1740: Oberseminar zur Differentialgeometrie (= Oberseminar zur Geometrie)</b><br><i>Graduate seminar in Differential Geometry</i>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Vertiefte Kenntnisse über die aktuelle Forschung im Bereich der Geometrie und Topologie. Befähigung zum eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten und zur Darstellung der resultierenden Forschungsergebnisse. Beherrschung verschiedener Präsentationstechniken. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Oberseminar zur Geometrie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |
| <b>Inhalte:</b><br>Es werden aktuelle Forschungsthemen in der Differentialgeometrie und Topologie diskutiert.<br>Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie<br>Topologie   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Arbeitsgruppenseminar Geometrie/Topologie (Seminar)</b><br>PhD- as well as Master- or Bachelor students of the Lehrstuhl für Differentialgeometrie and the Lehrstuhl für Analysis und Geometrie are welcome to talk about their research, work in progress or related topics.<br><b>Blockseminar - Oberseminar zur Geometrie (Seminar)</b><br>Dieses Seminar ist für fortgeschrittene Master-Studierende geeignet (begrenzte Teilnehmer-Anzahl). Anfragen richten Sie bitte an das Lehrstuhlsekretariat.<br><b>Oberseminar Differentialgeometrie</b> |

|   |
|---|
| <b>Prüfung</b><br><b>Oberseminar zur Geometrie</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten |
|---|



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1750: Oberseminar zur Numerik</b><br><i>Advanced seminar on numerical mathematics</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in mindestens einem Teilbereich der Angewandten Analysis bzw. Numerik. Sie haben die Fertigkeit sich Problemstellungen der aktuellen Forschung selbstständig mittels Literaturstunden zu erarbeiten und in Form einer Präsentation darzustellen. Sie besitzen die Kompetenz, die Bedeutung der Problemstellungen und deren Lösungsansätze in einem speziellen Forschungsthema anderen zu vermitteln und diese auch in wissenschaftlicher Diskussion überzeugend zu vertreten. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>3. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Oberseminar zur Numerik: Modellreduktion</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |
| <b>Inhalte:</b><br>Das Oberseminar behandelt aktuelle wissenschaftliche Forschungstexte im Bereich der Modellreduktion. Die Themen variieren nach den Vorkenntnissen der Studierenden<br>Voraussetzungen: Empfehlenswert sind die mit dem erfolgreichen Absolvieren von mindestens zwei aufeinander aufbauende Vorlesungen oder Seminare im Bereich Numerik einhergehenden Kompetenzen.  |
| <b>Modulteil: Oberseminar zur Numerik: Mathematische Modellierung und partielle Differentialgleichungen</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |
| <b>Inhalte:</b><br>Das Oberseminar behandelt aktuelle wissenschaftliche Forschungstexte im Bereich der Numerischen Mathematik und Angewandten Analysis inkl. mathematische Modellierung. Die Themen variieren nach den Vorkenntnissen der Studierenden<br>Voraussetzungen: Empfehlenswert sind die mit dem erfolgreichen Absolvieren von mindestens zwei aufeinander aufbauende Vorlesungen oder Seminare im Bereich Numerik einhergehenden Kompetenzen. |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>  |

**Oberseminar zur Numerik**

Oberseminar des Lehrstuhls für Numerik. Vorerst wird die Veranstaltung als Zoom-Konferenz abgehalten. Falls Sie teilnehmen wollen, schreiben Sie bitte eine E-Mail an einen der Dozenten um die nötigen Informationen zum Zoom-Meeting zu erhalten.

**Oberseminar zur Numerik: Effiziente und parallele Diskretisierungsverfahren**

In diesem Oberseminar werden fortgeschrittene Themen der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen behandelt, insbesondere die Implementierung und Parallelisierung von Diskretisierungen, die Anpassung von Algorithmen an moderne Hardware sowie die Entwicklung von mathematischer Software für die Lösung von Problemstellungen in Naturwissenschaften, Technik und Medizin.

**Oberseminar zur Numerik: Mathematische Modellierung und partielle Differentialgleichungen**

**Prüfung**

**Oberseminar zur Numerik: Modellreduktion**

Modulprüfung, Der konkrete Typ der Modulprüfung (Vortrag oder kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung oder mündliche Prüfung oder Portfolio) wird jeweils spätestens eine Woche vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

**Prüfung**

**Oberseminar zur Numerik: Mathematische Modellierung und partielle Differentialgleichungen**

Modulprüfung, Kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung. Bearbeitungszeit: 3 Monate, Dauer der mündlichen Darstellung: 75 Minuten.

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1760: Oberseminar zur Stochastik</b><br><i>Graduate seminar on probability</i>   |   | 6 ECTS/LP                                     |
| Version 1.0.0 (seit SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Vitali Wachtel<br>Prof. Dr. Stefan Großkinsky  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Vortragen von wissenschaftlichen Ergebnissen, die insbesondere im Zusammenhang von Graduierungsarbeiten (Bachelor- und Masterarbeiten, Dissertationen) erarbeitet wurden.<br>Wissenschaftliche Vorträge von Lehrstuhlangehörigen sowie Gästen aus dem In- und Ausland zwecks Vermittlung neuester Ergebnisse auf dem Gebiet der Stochastik |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Oberseminar zur Stochastik:<br>Erlernen und Erproben verschiedener Präsentationstechniken. Verstehen und Vermitteln weiterführenden stochastischen Problems. Führen von mathematischen Diskussionen.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Abschlussarbeit in der Stochastik oder Statistik bei einem der beteiligten Professoren.  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>4.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <b>Modulteil: Oberseminar zur Stochastik</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 2   |
| <b>Inhalte:</b><br>Vortragen von wissenschaftlichen Ergebnissen, die insbesondere im Zusammenhang von Graduierungsarbeiten (Bachelor- und Masterarbeiten, Dissertationen) erarbeitet wurden. Wissenschaftliche Vorträge von Lehrstuhlangehörigen sowie Gästen aus dem In- und Ausland zwecks Vermittlung neuester Ergebnisse auf dem Gebiet der Stochastik. |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Oberseminar zur Statistik</b><br><b>Oberseminar zur Stochastik</b> (Seminar)<br><b>Oberseminar zur Stochastik</b><br><b>Oberseminar zur Stochastik/Medizinische Statistik</b><br>wird dem Oberseminar im Bereich Stochastik zugeordnet  |

|   |
|---|
| <p><b>Prüfung</b><br/> <b>Oberseminar zur Stochastik</b><br/> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p>   |
| <p><b>Modulteile</b></p>  |
| <p><b>Modulteil: Oberseminar zur Wirtschaftsmathematik</b><br/> <b>Sprache:</b> Deutsch<br/> <b>SWS:</b> 2</p>  |
| <p><b>Inhalte:</b><br/> Diskussion und Präsentation aktueller Forschungsthemen aus der Finanz- und Versicherungsmathematik.<br/> Voraussetzungen: Laufende Abschlußarbeit in Finanz- oder Versicherungsmathematik</p>   |
| <p><b>Literatur:</b><br/> wird individuell vereinbart</p>   |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br/> <b>Oberseminar Wirtschaftsmathematik</b><br/> wird dem Oberseminar im Bereich Stochastik zugeordnet</p>   |
| <p><b>Prüfung</b><br/> <b>Oberseminar zur Wirtschaftsmathematik</b><br/> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p>  |
| <p><b>Modulteile</b></p>  |
| <p><b>Modulteil: Oberseminar zur Stochastik: Praxis der Finanz- und Versicherungsmathematik</b><br/> <b>Sprache:</b> Deutsch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br/> <b>Arbeitsaufwand:</b><br/> 2 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br/> <b>SWS:</b> 2</p> |
| <p><b>Inhalte:</b><br/> Aktuelle stochastische und statistische Fragestellungen aus der Finanz- und Versicherungsmathematik<br/> Voraussetzungen: Stochastik I / II, empfohlen: weiterführende Vorlesungen zur Stochastik und Statistik.</p>                      |
| <p><b>Literatur:</b><br/> individuelle Literatur zum Thema</p>  |
| <p><b>Prüfung</b><br/> <b>Oberseminar zur Stochastik: Praxis der Finanz- und Versicherungsmathematik</b><br/> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 90 Minuten</p>   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2090: Seminar zur Numerik</b><br><i>Seminar on numerical mathematics</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Entwicklung, Analyse und Implementation moderner numerischer Methoden. Die Studierenden haben Kenntnisse verschiedener mathematischer Modelle der Kontinuumsmechanik sowie zugehöriger numerischer Lösungsstrategien. Sie haben die Fertigkeit, sich Problemstellungen aus dem Gebiet der mathematischen Modellierung und der Numerik der zugehörigen Differentialgleichungen selbstständig mittels Literaturstudium zu erarbeiten und in Form einer Präsentation darzustellen. Sie besitzen die Kompetenz, die Bedeutung entsprechender Problemstellungen und Lösungsansätze anderen zu vermitteln. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 6. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <b>Modulteil: Seminar zur Numerik: Die TOP 10 Algorithmen</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0  |
| <b>Inhalte:</b><br>Von den Editoren der Zeitschrift "Computing in Science and Engineering" wurden 2000 zehn Algorithmen ausgewählt, die ihrer Ansicht nach die größte Bedeutung für Wissenschaft und Technik im 20. Jahrhundert hatten. In diesem Seminar sollen diese Algorithmen und ihre Anwendungen näher betrachtet werden.<br>Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse in Numerik I.  |
| <b>Literatur:</b><br>Special Issue of the Computing in Science and Engineering, J. Dongarra, F. Sullivan, eds., 2000  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Seminar zur Numerik (Seminar)</b><br>Im Seminar werden weiterführende Algorithmen in der numerischen Mathematik und dem wissenschaftlichen Rechnen im Bereich der gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen besprochen. Diese umfassen insbesondere die folgenden Themengebiete: - Fortgeschrittene Finite-Elemente-Verfahren (nicht-konforme Verfahren, discontinuous Galerkin, FEM für Sattelpunktprobleme) - Adaptive finite Elemente - Iterative Verfahren zur Lösung von linearen Gleichungssystemen (z.B. GMRES), nichtlinearen Gleichungssystemen (z.B. Anderson Acceleration) oder Eigenwertproblemen (z.B. Arnoldi) - Vorkonditionierung für iterative Lösungsverfahren, z.B. Mehrgitterverfahren - Strukturerhaltende Zeitintegrationsverfahren - Parallelisierung und Realisierung numerischer Algorithmen für HPC-Architekturen Neben dieser Liste sind auch weitere Themen der Numerik möglich, bitte kontaktieren Sie dafür den Dozenten. Das Seminar findet je nach Bedarf in deutscher oder englischer Sprache statt. Für weitere Information siehe |

|  |
|--|
| <p>... (weiter siehe Digicampus)</p>   |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Seminar zur Numerik: Die TOP 10 Algorithmen</b></p> <p>Modulprüfung, Der konkrete Typ der Modulprüfung (Vortrag oder kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung oder mündliche Prüfung oder Portfolio) wird jeweils spätestens eine Woche vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>  |
| <p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Seminar zur Numerik: Seminar zur Numerischen Mathematik</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 2</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>   |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Seminar über ein Thema der Numerischen Mathematik<br/>(ohne Anspruch auf Vollständigkeit)</p> <p>Fortgeschrittene Lösungsverfahren für große lineare Gleichungssysteme bzw. Eigenwertprobleme</p> <p>Regelung dynamischer Systeme</p> <p>Modellierung und Differentialgleichungen (Themen aus der mathematischen Modellierung mit Differentialgleichungen und der zugehörigen Theorie von Differentialgleichungen)</p> <p>Modellierung und Numerische Analysis (Themen aus der Mathematischen Modellierung mit Differentialgleichungen und der Numerik der zugehörigen Differentialgleichungen)</p> <p>Voraussetzungen: keine besonderen Voraussetzungen</p>   |
| <p><b>Literatur:</b></p> <p>Billingham, J., King, A.C.: Wave motion. Cambridge.</p> <p>Braun, M.: Differential equations and their applications. Springer.</p> <p>Eck, C., Garcke, G., Knabner, P.: Mathematische Modellierung. Springer.</p> <p>Dautray, R., Lions, J.-L.: Mathematical Analysis and Numerical Methods for Science and Technology. Springer.</p> <p>Hinrichsen, D., Pritchard, A.J.: Mathematical Systems Theory I. Springer.</p> <p>Hornung, U.: Homogenization and Porous Media. Springer.</p> <p>Meister, A.: Numerik linearer Gleichungssysteme. Vieweg.</p> <p>Saad, Y.: Iterative methods for sparse linear systems. SIAM.</p> <p>Saad, Y.: Numerical methods for large eigenvalue problems. SIAM.</p>  |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Seminar zur Numerik (Seminar)</b></p> <p><b>Seminar zur Numerik (Seminar)</b></p> <p>Im Seminar werden weiterführende Algorithmen in der numerischen Mathematik und dem wissenschaftlichen Rechnen im Bereich der gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen besprochen. Diese umfassen insbesondere die folgenden Themengebiete: - Fortgeschrittene Finite-Elemente-Verfahren (nicht-konforme Verfahren, discontinuous Galerkin, FEM für Sattelpunktprobleme) - Adaptive finite Elemente - Iterative Verfahren zur Lösung von linearen Gleichungssystemen (z.B. GMRES), nichtlinearen Gleichungssystemen (z.B. Anderson Acceleration) oder Eigenwertproblemen (z.B. Arnoldi) - Vorkonditionierung für iterative Lösungsverfahren, z.B. Mehrgitterverfahren - Strukturerehaltende Zeitintegrationsverfahren - Parallelisierung und Realisierung numerischer Algorithmen für HPC-Architekturen Neben dieser Liste sind auch weitere Themen der Numerik möglich, bitte kontaktieren Sie dafür den Dozenten. Das Seminar findet je nach Bedarf in deutscher oder englischer Sprache statt. Für weitere Information siehe</p> <p>... (weiter siehe Digicampus)</p> |

|  |
|--|
| <p><b>Seminar zur Numerik (Bachelor) (Seminar)</b></p>   |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Seminar zur Numerik: Seminar zur Numerischen Mathematik</b></p> <p>Modulprüfung, kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung. Bearbeitungszeit: 3 Monate, Dauer der mündlichen Darstellung: 75 Minuten.</p>   |
| <p><b>Modulteile</b></p>   |
| <p><b>Modulteil: Seminar zur Numerik: Seminar zur Numerischen Linearen Algebra</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester</p> <p><b>SWS:</b> 2</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>  |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Das Seminar behandelt aktuelle wissenschaftliche Forschungstexte im Bereich der Numerischen Linearen Algebra. Die Themen variieren nach den Vorkenntnissen der Studierenden.</p> <p>Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse in Numerik I</p>  |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Seminar zur Numerik (Seminar)</b></p> <p>Im Seminar werden weiterführende Algorithmen in der numerischen Mathematik und dem wissenschaftlichen Rechnen im Bereich der gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen besprochen. Diese umfassen insbesondere die folgenden Themengebiete: - Fortgeschrittene Finite-Elemente-Verfahren (nicht-konforme Verfahren, discontinuous Galerkin, FEM für Sattelpunktprobleme) - Adaptive finite Elemente - Iterative Verfahren zur Lösung von linearen Gleichungssystemen (z.B. GMRES), nichtlinearen Gleichungssystemen (z.B. Anderson Acceleration) oder Eigenwertproblemen (z.B. Arnoldi) - Vorkonditionierung für iterative Lösungsverfahren, z.B. Mehrgitterverfahren - Strukturertretende Zeitintegrationsverfahren - Parallelisierung und Realisierung numerischer Algorithmen für HPC-Architekturen Neben dieser Liste sind auch weitere Themen der Numerik möglich, bitte kontaktieren Sie dafür den Dozenten. Das Seminar findet je nach Bedarf in deutscher oder englischer Sprache statt. Für weitere Information siehe ... (weiter siehe Digicampus)</p> |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Seminar zur Numerik: Seminar zur Numerischen Linearen Algebra</b></p> <p>Modulprüfung, Der konkrete Typ der Modulprüfung (Vortrag oder kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung oder mündliche Prüfung oder Portfolio) wird jeweils spätestens eine Woche vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1770: Mathematisches Softwareprojekt</b><br><i>Mathematical software project</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden erhalten die Kompetenz, ein mathematisches Problem in einer Weise zu erarbeiten und aufzubereiten, dass es einen rechnergestützten Zugang ermöglicht. Sie erlernen, die Lösung selbständig in Form eines Software-Projekts auf dem Computer zu realisieren, und erarbeiten sich dadurch einen zielgerichteten Umgang mit einer Programmiersprache oder einem mathematischen Software-System.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>0  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Mathematisches Softwareprojekt</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Ziel des Moduls ist die selbständige Erarbeitung eines mathematischen Problems und dessen rechnergestützte Lösung. Diese kann sowohl mithilfe in einer der üblichen Programmiersprachen (wie C/C++, Java, Python) eigenständig erstellten Software oder durch selbständig entwickelte Module zu bestehenden Software-Systemen und -Umgebungen (wie Mathematica, Maple, R, Sage) realisiert werden. Das Thema des Projekts wird von der jeweiligen Betreuerin/dem jeweiligen Betreuer vorgeschlagen. Es umfasst ein mathematisches Problem aus einem beliebigen, am Institut vertretenen Teilgebiet der Mathematik.<br>Voraussetzungen: |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Mathematisches Softwareprojekt</b><br>praktische Prüfung / Prüfungsdauer: 1 Monate   |   |   |



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1320: Vorbereitungsmodul</b><br><i>Preparation module</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Das Vorbereitungsmodul dient der gezielten Einarbeitung in die Grundlagen eines der Themengebiete bzw. des Themenumfeldes der mathematischen Wahlpflichtmodule der Modulgruppe A.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>6 Std. Praktikum (Selbststudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 2. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>0   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Vorbereitungsmodul</b><br><b>Lehrformen:</b> Praktikum<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Inhalt des Vorbereitungsmoduls sind die mathematischen Grundlagen eines der Themengebiete bzw. des Themenumfeldes eines der mathematischen Wahlpflichtmodule der Modulgruppe A. Der Inhalt wird im betreuten Selbststudium erworben. Die genaue Absprache des Inhaltes erfolgt mit dem Betreuer.<br>Theorie kommutativer Ringe etwa im Umfang des Atiyah-MacDonald.<br>Singuläre Homologie und Kohomologie topologischer Räume<br>Analysis und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen<br>Voraussetzungen: Kenntnisse aus dem Bachelorstudium. |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Einführung in die Geometrie</b> (Vorlesung + Übung)  |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Vorbereitungsmodul</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten   |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1480: Algebraische Geometrie</b><br><i>Algebraic geometry</i>   |   | 18 ECTS/LP                                      |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Im Rahmen der Vorlesung haben die Studenten gelernt, ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen anhand konkreter Probleme aus der algebraischen Geometrie anzuwenden. Daneben ist neben einem mathematischen auch ein gutes intuitives Verständnis für geometrische Konstruktionen wie den projektiven Raum, Faserbündel, Produkte und Aufblasungen erreicht worden. |   |   |
| <b>Bemerkung:</b><br>Wer MTH-1481 bzw. MTH-1482 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 540 Std.<br>8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>2 Semester |
| <b>SWS:</b><br>12  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Moduleile</b>   |   |   |
| <b>Moduleil: Algebraische Geometrie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 12<br><b>ECTS/LP:</b> 18.0  |   |   |

**Inhalte:**

Eine algebraische Varietät im affinen Raume  $A^n$  läßt sich naiv als gemeinsame Lösungsmenge eines Systems polynomieller Gleichungen in  $n$  Variablen auffassen. Ein Spezialfall ist durch eine ebene algebraische Kurve  $C$  gegeben, das ist die Nullstellenmenge eines nicht trivialen Polynoms  $f(X, Y)$  in zwei Variablen. Ist das Polynom linear, erhalten wir eine Gerade, ist das Polynom quadratisch, ist die algebraische Kurve ein Kegelschnitt. Sei  $D$  eine weitere algebraische Kurve, die durch ein Polynomgleichung  $g(X, Y) = 0$  gegeben ist. Wir können uns fragen, in wie vielen Punkten sich  $C$  und  $D$  in der Ebene schneiden, wie groß also die gemeinsame Lösungsmenge ist. Schließen wir den Fall aus, daß  $f(X, Y)$  und  $g(X, Y)$  gemeinsame Faktoren haben, läßt sich überlegen, daß die Anzahl der Schnittpunkte höchstens das Produkt der Grade von  $f$  und  $g$  ist. Zwei Geraden schneiden sich beispielsweise höchstens in einem Punkte. eine Gerade und ein Kegelschnitt in höchstens zwei Punkten. Im allgemeinen gilt nicht Gleichheit, so schneiden sich zwei parallele Geraden zum Beispiel überhaupt nicht. Dies können wir verhindern, wenn wir geeignet Punkte im Unendlichen hinzufügen, in denen sich parallele Geraden schneiden. Wir sagen dann, daß wir die affine Ebene durch die projektive Ebene ersetzen und daß die projektive Ebene eine Kompaktifizierung der affinen Ebene ist. Aber auch wenn die Schnittpunkte von  $C$  und  $D$  in der projektiven Ebene zählen, muß immer noch keine Gleichheit zum Produkte der Grade von  $f$  und  $g$  gelten: In der reellen Ebene etwa lassen sich leicht Kegelschnitte (z.B. disjunkte Kreise) angeben, die sich überhaupt nicht schneiden. Wenn wir aber als Koeffizienten die komplexen Zahlen nehmen oder allgemein Elemente eines algebraisch abgeschlossenen Körpers, haben wir immer Schnittpunkte. Und dennoch kann es sein, daß die Anzahl der Schnittpunkte kleiner als dem Produkt der Grade ist, so schneidet eine Tangente eines Kegelschnittes diesen in nur einem Punkt. Zählen wir jedoch Schnittpunkte mit gewissen Vielfachheiten (Tangentialpunkte etwa mit mindestens Vielfachheit 2, so folgt schließlich der Bézoutsche Satz, der sagt, daß sich zwei Kurven in der projektiven Ebene, die durch Polynome von Graden  $a$  und  $b$  über den komplexen Zahlen gegeben sind, in genau  $a \cdot b$  Punkten schneiden, wenn wir die Schnittpunkte mit Vielfachheiten zählen. Die genaue Ableitung dieser Tatsachen ist einer der Anfänge der algebraischen Geometrie. Es stellt sich die Frage nach höherdimensionalen Verallgemeinerungen dieser Tatsache, etwa wenn wir anstelle von Kurven in der Ebene Varietäten betrachten, die in einer gemeinsamen algebraischen Varietät enthalten sind. Das Schnittverhalten wird komplizierter sein, weil anstelle von Schnittpunkten auch kompliziertere Objekte die Schnittmenge bilden können. All dies ist Gegenstand der sogenannten Schnitttheorie, mit der wir uns im Modul beschäftigen wollen. Konkrete Aussagen, die mit Hilfe der Schnitttheorie gewonnen werden können, sehen etwa wie die folgende aus: Die Anzahl der Kegelschnitte, die tangential an insgesamt 8 allgemeinen Quadriken im drei-dimensionalen projektiven Raum liegen, ist 4.407.296.

Algebraische Varietäten

Rationale Äquivalenz

Divisoren

Vektorbündel und Chernsche Klassen

Kegel und Segresche Klassen

Schnittprodukte

Schnittmultiplizitäten

Schnitte nicht-singulärer Varietäten

Dynamisches Schnittverhalten

Graßmannsche Varietäten

Riemann-Rochscher Satz für nicht-singuläre Varietäten

Bivariate Schnitttheorie

Riemann-Rochscher Satz für singuläre Varietäten

Studenten, die im Rahmen ihres Masterstudiums die Algebra zu ihrem Spezialgebiet machen wollen, finden in dieser Vorlesung eine unentbehrliche Grundlage für die über die im Bachelorstudium gelehrt hinausgehende Algebra.

Die Vorlesung ist zudem für Studenten interessant, die sich in Topologie,

**Literatur:**

W. Fulton: Intersection Theory. Springer-Verlag.

I. Shafarevich: Basic Algebraic Geometry (I + II). Springer-Verlag.

**Prüfung**

**Algebraische Geometrie**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1481: Algebraische Geometrie I</b><br><i>Algebraic geometry I</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Im Rahmen der Vorlesung haben die Studenten gelernt, ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen anhand konkreter Probleme aus der algebraischen Geometrie anzuwenden. Daneben ist neben einem mathematischen auch ein gutes intuitives Verständnis für geometrische Konstruktionen wie den projektiven Raum, Faserbündel, Produkte und Aufblasungen erreicht worden. |   |   |
| <b>Bemerkung:</b><br>Wer MTH-1480 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Modulteil****Modulteil: Algebraische Geometrie I****Lehrformen:** Vorlesung, Übung**Sprache:** Deutsch**SWS:** 6**ECTS/LP:** 9.0**Inhalte:**

- Algebraische Varietäten
- Rationale Äquivalenz
- Divisoren
- Vektorbündel und Chernsche Klassen
- Kegel und Segresche Klassen
- Schnittprodukte
- Schnittmultiplizitäten
- Schnitte nicht-singulärer Varietäten
- Dynamisches Schnittverhalten
- Graßmannsche Varietäten
- Riemann-Rochscher Satz für nicht-singuläre Varietäten
- Bivariate Schnitttheorie
- Riemann-Rochscher Satz für singuläre Varietäten

**Literatur:**

- W. Fulton: Intersection Theory. Springer-Verlag.
- I. Shafarevich: Basic Algebraic Geometry (I + II). Springer-Verlag.

**Prüfung**

**Algebraische Geometrie**

Portfolioprüfung

**Beschreibung:**

Eine Prüfungsanmeldung und eine Prüfung zu diesem Modul kann in jedem Semester erfolgen. In den Semestern, in denen die zugehörige Veranstaltung nicht stattfindet, werden die Kompetenzen abweichend in einer mündlichen Prüfung geprüft.

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-1482: Algebraische Geometrie II</b><br><i>Algebraic geometry II</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit SoSe19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Im Rahmen der Vorlesung haben die Studenten gelernt, ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen anhand konkreter Probleme aus der algebraischen Geometrie anzuwenden. Daneben ist neben einem mathematischen auch ein gutes intuitives Verständnis für geometrische Konstruktionen wie den projektiven Raum, Faserbündel, Produkte und Aufblasungen erreicht worden.                   |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Wer MTH-1480 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.  |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |  |
| <b>Modulteil</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Algebraische Geometrie II</b>  |   |  |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung   |   |  |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |   |  |
| <b>SWS:</b> 6  |   |  |
| <b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Algebraische Varietäten<br>Rationale Äquivalenz<br>Divisoren<br>Vektorbündel und Chernsche Klassen<br>Kegel und Segresche Klassen<br>Schnittprodukte<br>Schnittmultiplizitäten<br>Schnitte nicht-singulärer Varietäten<br>Dynamisches Schnittverhalten<br>Graßmannsche Varietäten<br>Riemann-Rochscher Satz für nicht-singuläre Varietäten<br>Bivariate Schnitttheorie<br>Riemann-Rochscher Satz für singuläre Varietäten |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>W. Fulton: Intersection Theory. Springer-Verlag.<br>I. Shafarevich: Basic Algebraic Geometry (I + II). Springer-Verlag.   |   |  |

**Prüfung**

**Algebraische Geometrie II**

Portfolioprüfung

**Beschreibung:**

Die genauen Prüfungsmodalitäten werden am Anfang der Vorlesung bekannt gegeben.



|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1490: Homologische Algebra</b><br><i>Homological algebra</i>   |   | 18 ECTS/LP                                      |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Den Studenten ist ein Werkzeugkasten abstrakter algebraischer Methoden an die Hand gegeben worden, mit denen sie Probleme in so unterschiedlichen mathematischen Teilbereichen wie der Algebra, Geometrie, Topologie oder Analysis lösen können. Die Studenten haben dazu im Modul gelernt, die abstrakten Methoden auf spezielle Probleme anzuwenden und können zudem konkrete Probleme spezieller mathematischer Gebiete von einem höheren allgemeineren Standpunkt noch einmal analysieren. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 540 Std.<br>4 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>2 Semester |
| <b>SWS:</b><br>12   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Modulteile****Modulteil: Homologische Algebra****Lehrformen:** Vorlesung, Übung**Sprache:** Deutsch**Arbeitsaufwand:**

4 Std. Übung (Präsenzstudium)

8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

**SWS:** 12**ECTS/LP:** 18.0**Inhalte:**

Die homologische Algebra ist ein junges Teilgebiet der Mathematik, welches seinen Ursprung in der kombinatorischen Topologie (Henri Poincaré) und in der abstrakten Algebra (David Hilbert) hat. Heutzutage stellt die Homologische Algebra Methoden zur Verfügung, Informationen über mathematische Objekte aus so unterschiedlichen Gebieten wie der Kommutativen Algebra, der Algebraischen Geometrie, der Algebraischen Zahlentheorie, der Darstellungstheorie, der Mathematischen Physik, der Theorie der Operatoralgebren, der Komplexen Analysis und der Theorie der partiellen Differentialgleichungen zu extrahieren.

Simpliziale Mengen

Kategorien, Funktoren und natürliche Transformationen

Abelsche Kategorien

Abgeleitete Kategorien

Triangulierte Kategorien

Modellkategorien

Garben

Geringte Räume

Topoi

Anwendungen in Topologie, Geometrie, Algebra und Analysis

Voraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in Algebra, Topologie, Geometrie und Analysis sind hilfreich.

**Literatur:**

S. I. Gelfand, Yu. I. Manin: Methods of Homological Algebra. Springer-Verlag.  
Ch. Weibel: An introduction to homological algebra. Cambridge University Press.  
S. Mac Lane, I. Moerdijk: Sheaves in Geometry and Logic. Springer-Verlag.

**Prüfung**

**Homologische Algebra**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1500: Schematheorie</b><br><i>Schema theory</i>   |   | 18 ECTS/LP                                      |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Im Rahmen der Vorlesung lernen die Studenten ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen auf eine für die moderne Algebra und Zahlentheorie grundlegende Theorie anzuwenden. Aufgrund der Allgemeinheit der Schematheorie ist das abstrakte Denken der Studenten in großem Maße geschult. Geometrische Denkweisen werden erlernt und erfolgreich auf algebraische Fragestellungen angewandt. Zentral ist außerdem, daß sich die Studenten mit dem Begriff der Dimension auseinandergesetzt haben. Anschließend ist die Konstruktion und Anwendung von Kohomologietheorien am Beispiel der Schemata bekannt. |   |   |
| <b>Bemerkung:</b><br>Wer MTH-1501 bzw. MTH-1502 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 540 Std.<br>4 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>8 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>2 Semester |
| <b>SWS:</b><br>12  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Moduleile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Schematheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 12<br><b>ECTS/LP:</b> 18.0  |   |   |

**Inhalte:**

Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.

Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen

Spektrum eines kommutativen Ringes

Geringste topologische Räume

Schemata

Reduzierte und ganze Schemata

Dimension

Basiswechsel

Algebraische Varietäten

Globale Eigenschaften von Morphismen

Normale Schemata

Reguläre Schemata

Flache und glatte Morphismen

Modulgarben

Grothendieck-Topologien und Siten

Zariski-Topologie

Étale Topologie

Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.

Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)

**Literatur:**

U. Görtz, T. Wedhorn: Algebraic Geometry I. Vieweg+Teubner.

R. Hartshorne: Algebraic Geometry. Springer-Verlag.

Q. Liu: Algebraic Geometry and Arithmetic Curves. Oxford University Press.

M. Kashiwara, P. Schapira: Sheaves on manifolds. Grundlehren der mathemat. Wissenschaft, vol. 292, Springer-Verlag, 1990.

G. Tamme: Introduction to étale cohomology. Universitext, Springer-Verlag, 1994.

J. Milne: Etale cohomology. Princeton University Press, 1984.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Schematheorie II** (Vorlesung)

MTH-1501 Schematheorie I :keine Vorlesung, nur Prüfung! MTH-1502 Schematheorie II: Das ist einfach das zweite Semester des Zyklus "Schematheorie" als unabhängiges Modul. Keine separate Veranstaltung!!

**Prüfung****Schematheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul MTH-1501: Schematheorie I</b>  |  | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS22/23)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Maxim Smirnov   |  |  |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.</p> <p>Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen<br/>         Spektrum eines kommutativen Ringes<br/>         Geringste topologische Räume<br/>         Schemata<br/>         Reduzierte und ganze Schemata<br/>         Dimension<br/>         Basiswechsel<br/>         Algebraische Varietäten<br/>         Globale Eigenschaften von Morphismen<br/>         Normale Schemata<br/>         Reguläre Schemata<br/>         Flache und glatte Morphismen<br/>         Modulgarben<br/>         Grothendieck-Topologien und Siten<br/>         Zariski-Topologie<br/>         Étale Topologie</p> <p>Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.</p> <p>Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)</p> |  |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Im Rahmen der Vorlesung lernen die Studenten ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen auf eine für die moderne Algebra und Zahlentheorie grundlegende Theorie anzuwenden. Aufgrund der Allgemeinheit der Schematheorie ist das abstrakte Denken der Studenten in großem Maße geschult. Geometrische Denkweisen werden erlernt und erfolgreich auf algebraische Fragestellungen angewandt. Zentral ist außerdem, daß sich die Studenten mit dem Begriff der Dimension auseinandergesetzt haben. Anschließend ist die Konstruktion und Anwendung von Kohomologietheorien am Beispiel der Schemata bekannt.</p>   |  |  |
| <p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Wer MTH-1500 bzw. MTH-1502 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.</p>  |  |  |
| <p><b>Voraussetzungen:</b><br/>keine</p>  |  | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br/>Bestehen der Modulprüfung</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b></p>   | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p>      | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br/>Semester</p>            |
| <p><b>SWS:</b><br/>6</p>  | <p><b>Wiederholbarkeit:</b><br/>beliebig</p> |  |

**Modulteile****Modulteil: Schematheorie I****Sprache:** Deutsch**SWS:** 6**ECTS/LP:** 9.0**Inhalte:**

Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.

Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen

Spektrum eines kommutativen Ringes

Geringste topologische Räume

Schemata

Reduzierte und ganze Schemata

Dimension

Basiswechsel

Algebraische Varietäten

Globale Eigenschaften von Morphismen

Normale Schemata

Reguläre Schemata

Flache und glatte Morphismen

Modulgarben

Grothendieck-Topologien und Siten

Zariski-Topologie

Étale Topologie

Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.

Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Schematheorie II** (Vorlesung)

MTH-1501 Schematheorie I :keine Vorlesung, nur Prüfung! MTH-1502 Schematheorie II: Das ist einfach das zweite Semester des Zyklus "Schematheorie" als unabhängiges Modul. Keine separate Veranstaltung!!

**Prüfung****MTH-1501 Schematheorie I**

Portfolioprüfung

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-1502: Schematheorie II</b>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS22/23)<br>Modulverantwortliche/r:   |   |  |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.</p> <p>Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen<br/>         Spektrum eines kommutativen Ringes<br/>         Geringste topologische Räume<br/>         Schemata<br/>         Reduzierte und ganze Schemata<br/>         Dimension<br/>         Basiswechsel<br/>         Algebraische Varietäten<br/>         Globale Eigenschaften von Morphismen<br/>         Normale Schemata<br/>         Reguläre Schemata<br/>         Flache und glatte Morphismen<br/>         Modulgarben<br/>         Grothendieck-Topologien und Siten<br/>         Zariski-Topologie<br/>         Étale Topologie</p> <p>Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.</p> <p>Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)</p> |   |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Im Rahmen der Vorlesung lernen die Studenten ihr im Bachelorstudium im Bereich der Algebra erworbenes Wissen auf eine für die moderne Algebra und Zahlentheorie grundlegende Theorie anzuwenden. Aufgrund der Allgemeinheit der Schematheorie ist das abstrakte Denken der Studenten in großem Maße geschult. Geometrische Denkweisen werden erlernt und erfolgreich auf algebraische Fragestellungen angewandt. Zentral ist außerdem, daß sich die Studenten mit dem Begriff der Dimension auseinandergesetzt haben. Anschließend ist die Konstruktion und Anwendung von Kohomologietheorien am Beispiel der Schemata bekannt.</p>   |   |  |
| <p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Wer MTH-1501 bzw. MTH-1500 bereits bestanden hat, kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte sind identisch.</p>  |   |  |
| <p><b>Voraussetzungen:</b><br/>keine</p>  |   | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br/>Bestehen der Modulprüfung</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b></p>   | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p>                       | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br/>Semester</p>            |
| <p><b>SWS:</b><br/>6</p>  | <p><b>Wiederholbarkeit:</b><br/>siehe PO des Studiengangs</p> |  |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <p><b>Modulteil: Schematheorie II</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>SWS:</b> 6</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 9.0</p>  |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Das Modul besteht aus einer Einführung in die Sprache der modernen algebraischen Geometrie. Zentraler Begriff ist der des Schemas: Ein Schema ist ein geometrisches Objekt, welches lokal durch einen kommutativen Ring beschrieben wird. Die Anwendungsmöglichkeiten der Schematheorie sind vielfältig, da der Begriff eines kommutativen Ringes überall in der Mathematik auftaucht, etwa als Koordinatenring einer affinen Varietät oder als Ring ganzer Zahlen in einem Zahlkörper. Im Rahmen des Moduls werden grundlegende Eigenschaften von Schemata und Morphismen zwischen Schemata behandelt, etwa Glattheit, Normalität, Flachheit, Dimension, Irreduzibilität und Endlichkeit. Anschließend werden Kohomologietheorien für Schemata am Beispiel der Zariski- und der étalen Topologie besprochen.</p> <p>Tensorprodukte, Flachheit und Vervollständigung von Ringen</p> <p>Spektrum eines kommutativen Ringes</p> <p>Geringste topologische Räume</p> <p>Schemata</p> <p>Reduzierte und ganze Schemata</p> <p>Dimension</p> <p>Basiswechsel</p> <p>Algebraische Varietäten</p> <p>Globale Eigenschaften von Morphismen</p> <p>Normale Schemata</p> <p>Reguläre Schemata</p> <p>Flache und glatte Morphismen</p> <p>Modulgarben</p> <p>Grothendieck-Topologien und Siten</p> <p>Zariski-Topologie</p> <p>Étale Topologie</p> <p>Studenten, die zudem Veranstaltungen in Differentialgeometrie besucht haben, werden ebenfalls auf differentialgeometrische Objekte eine neue Sichtweise kennenlernen.</p> <p>Voraussetzungen: Kommutative Algebra/Computeralgebra (Algebra II)</p> |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Schematheorie II</b> (Vorlesung)</p> <p>MTH-1501 Schematheorie I :keine Vorlesung, nur Prüfung! MTH-1502 Schematheorie II: Das ist einfach das zweite Semester des Zyklus "Schematheorie" als unabhängiges Modul. Keine separate Veranstaltung!!</p>   |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>MTH-1502 Schematheorie II</b></p> <p>Portfolioprüfung</p>   |



|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul MTH-1660: Mathematische Statistik (Stochastik III)</b><br><i>Mathematical Statistics (Stochastics III)</i>   |  | 9 ECTS/LP                                    |
| Version 1.10.0 (seit WS17/18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller  |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtparametrische Methoden (z.B. Kerndichteschätzer)</li> <li>• Lineare Modelle</li> <li>• Markovketten</li> <li>• Bayessche Statistik</li> </ul>   |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis der mathematischen Grundlagen von einfachen nichtparametrischen Methoden; Fähigkeit, Daten mit Hilfe von linearen Modellen zu analysieren und zu interpretieren; Verständnis der Theorie von Markovketten; Kenntnisse über die Grundlagen der Bayesschen Statistik   |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Einführung in die Stochastik (Stochastik I) / Stochastik II<br><br>Lineare Algebra I und Analysis I und II   |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 6   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |  |  |
| <b>Modulteil: Statistische Modelle und Verfahren (Stochastik III)</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>Verständnis der mathematischen Grundlagen von einfachen nichtparametrischen Methoden; Fähigkeit, Daten mit Hilfe von linearen Modellen zu analysieren und zu interpretieren; Verständnis der Theorie von Markovketten; Kenntnisse über die Grundlagen der Bayesschen Statistik   |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtparametrische Methoden (z.B. Kerndichteschätzer)</li> <li>• Lineare Modelle</li> <li>• Markovketten</li> <li>• Bayessche Statistik</li> </ul>   |  |  |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brémaud, P. (1999) Markov chains. Springer.</li> <li>• Fahrmeir, L., Kneib, T., Lang, S., Marx, B. (2013) Regression. Springer.</li> <li>• Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H.S., Rubin, D.B. (1995) Bayesian Data Analysis. Chapman and Hall.</li> </ul> <p>Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben.</p> |  |  |

**Prüfung**

**Statistische Modelle und Verfahren (Stochastik III)**

Modulprüfung, Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-1680: Optimierung IV (Globale Optimierung)</b><br><i>Global Optimization</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.1.0 (seit WS18/19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach der Teilnahme an diesem Modul verfügen die Studierenden über detailliertes und aktuelles Wissen auf dem Gebiet der Globalen Optimierung. Sie können Problemstellungen und Ergebnisse des Gebiets präzise beschreiben und diskutieren. Darüber hinaus verstehen die Studierenden grundlegende Konzepte, Methoden, Verfahren und Techniken aus dem genannten Gebiet und können diese in Entwicklungsprojekten anwenden und dort aktiv mitarbeiten. Außerdem verfügen sie über die Team- und Kommunikationsfähigkeit, um Problemstellungen auf dem Gebiet zu erörtern, Fragen und Zwischenergebnisse zu diskutieren und zu präsentieren. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul Einführung in die Optimierung (Optimierung I) (MTH-1140) - empfohlen</li> <li>• Modul Nichtlineare und kombinatorische Optimierung (Optimierung II) (MTH-1200) - empfohlen</li> <li>• Modul Kombinatorische Optimierung (Optimierung III) (MTH-1620) - empfohlen</li> </ul>  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im WS)   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |

|  |
|--|
| <b>Moduleile</b>   |
| <b>Modulteil: Globale Optimierung (Optimierung IV)</b><br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Mirjam Dür<br><b>Sprache:</b> Deutsch   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konvexe Relaxierungen und konvexe Hüllfunktionale</li> <li>• D.C. Funktionen</li> <li>• Quadratische Optimierungsprobleme</li> <li>• Branch-and-Bound für boxrestringierte Probleme</li> <li>• Branch-and-Bound für konvex restringierte Probleme</li> <li>• Branch-and-Bound für nichtkonvexe Probleme</li> <li>• Heuristiken</li> </ul> |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O.Stein: Grundzüge der Globalen Optimierung. Springer Verlag 2018</li> <li>• M.Locatelli, F.Schoen: Global Optimization. SIAM 2013</li> <li>• R.Horst, P.Pardalos, N.V.Thoai: Introduction to Global Optimization. Kluwer Academic Publishers 1995</li> </ul>   |

|  |
|--|
| <b>Prüfung</b><br><b>Globale Optimierung (Optimierung IV)</b><br>Modulprüfung, Der konkrete Typ der Modulprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung oder Portfolio) wird jeweils spätestens eine Woche vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.<br><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br>wenn LV angeboten |
|--|

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-1690: Parabolische partielle Differentialgleichungen</b><br><i>Parabolic PDEs</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit SoSe20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Beispielklassen in der Theorie der parabolischen partiellen Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten. |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Parabolische partielle Differentialgleichungen</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung, Funktionalanalysis. Hilfreich sind Kenntnisse in gewöhnlichen Differentialgleichungen oder der schwachen Lösungstheorie linearer elliptischer Gleichungen.   |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Parabolische partielle Differentialgleichungen</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten   |   |  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul MTH-1930: Lebensversicherungsmathematik</b><br><i>Insurance Mathematics</i>  |  | 5 ECTS/LP                                    |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16 bis SoSe20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner  |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Das Ziel dieser Vorlesung liegt in der mathematischen Modellierung der wichtigsten Aufgabenstellungen der Versicherungsmathematik. Aufbauend auf finanzmathematischen Grundlagen werden die dort entwickelten Formeln und Methoden um stochastische Parameter, wie z.B. dem unsicheren Zeitpunkt einer Zahlung angereichert. Die dadurch entstehenden Probleme werden in ihrer Tragweite diskutiert. Daneben ist angestrebt, das Formel-, Kürzel- und Symbolwerk der Versicherungsmathematik zu verstehen und zu erlernen. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sterbewahrscheinlichkeiten</li> <li>• Sterbetafeln</li> <li>• Leistungsbarwerte</li> <li>• Netto- und Bruttoprämien</li> <li>• Deckungskapital und Reservehaltung</li> <li>• Flexible Verträge</li> <li>• Rentenversicherungen</li> <li>• Individuelles und gruppenweises Äquivalenzprinzip</li> </ul> |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis der mathematischen Probleme, die im Zusammenhang mit Versicherungen auftreten.   |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 150 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Analysis I, II und Lineare Algebra I, II ,Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik, Optimierung / Operations Research   |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 5. - 6. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4   | <b>Wiederholbarkeit:</b> beliebig        |  |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <b>Modulteil: Lebensversicherungsmathematik</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 4<br><b>ECTS/LP:</b> 5.0 |
| <b>Lernziele:</b><br>Verständnis der mathematischen Probleme, die im Zusammenhang mit Versicherungen auftreten.   |

**Inhalte:**

Das Ziel dieser Vorlesung liegt in der mathematischen Modellierung der wichtigsten Aufgabenstellungen der Versicherungsmathematik. Aufbauend auf finanzmathematischen Grundlagen werden die dort entwickelten Formeln und Methoden um stochastische Parameter, wie z.B. dem unsicheren Zeitpunkt einer Zahlung angereichert. Die dadurch entstehenden Probleme werden in ihrer Tragweite diskutiert. Daneben ist angestrebt, das Formel-, Kürzel- und Symbolwerk der Versicherungsmathematik zu verstehen und zu erlernen.

Sterbewahrscheinlichkeiten

Sterbetafeln

Leistungsbarwerte

Netto- und Bruttoprämien

Deckungskapital und Reservehaltung

Flexible Verträge

Rentenversicherungen

Individuelles und gruppenweises Äquivalenzprinzip

Voraussetzungen: Analysis I, II und Lineare Algebra I, II ,Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik, Optimierung / Operations Research

**Literatur:**

Wolfsdorf: Versicherungsmathematik. Teubner.

Gerber: Lebensversicherungsmathematik. Springer.

**Prüfung**

**Lebensversicherungsmathematik**

Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 120 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

**Beschreibung:**

Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1940: String Topology</b><br><i>String Topology</i>   |   | 9 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Learning about methods for computing homology and homotopy groups, algebraic structures arising in the topology of loop spaces, and their applications in geometry. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung. |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> nach Bedarf   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester           |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|  |
|--|
| <b>Moduleile</b>   |
| <b>Modulteil: String Topology</b><br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |
| <b>Inhalte:</b><br>This course is an introduction to the algebraic topology of loop spaces, an area of growing importance in mathematics and physics. It covers the following topics: homology of based and free loop spaces, Pontrjagin product and Hopf algebras, Chas-Sullivan operations and Batalin-Vilkovisky algebras, Hochschild and cyclic homology of the de Rham complex, minimal models and applications to closed geodesics.<br>Voraussetzungen: Basic algebraic and differential topology (singular homology, manifolds, differential forms) |
| <b>Literatur:</b><br>Cohen, R., Hess, K., Voronov, A.: String topology and cyclic homology. Birkhäuser.<br>Griffiths, P., Morgan, J.: Rational homotopy theory and differential forms. Birkhäuser.   |

|   |
|---|
| <b>Prüfung</b><br><b>String Topology</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten |
|---|

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1950: Codierungstheorie</b><br><i>Coding Theory</i>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger  |   |   |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Die Codierungstheorie ist eine relativ junge mathematische Disziplin, die sich mit dem Entwurf von optimalen fehlererkennenden und fehlerkorrigierenden Codes beschäftigt. Solche Codes werden überall dort verwendet, wo Informationen (bildlich gesprochen) über einen gestörten Nachrichtenkanal übertragen werden: Durch eine geeignete Codierung der Information vor der Sendung, ist es möglich auch bei Verfälschung die ursprüngliche Nachricht zu rekonstruieren.</p> <p>Zu den wichtigsten Anwendungen gehören die Übertragung von Satellitenbildern sowie die Verbesserung der Qualität beim Abspielen von Compact Discs. Der mathematische Reiz der Codierungstheorie liegt im Zusammenspiel von Algebra, Kombinatorik und Zahlentheorie, zumal die sog. linearen Codes über endlichen Körpern sehr erfolgreich in der Praxis eingesetzt werden.</p> <p>Nach einer Einführung und der Formulierung der Hauptproblemstellung verfolgen wir in dieser Vorlesung das Ziel, einige der wichtigsten Klassen von (optimalen) Codes zu beschreiben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dazu zählen zunächst die <i>Hamming-Codes</i> und die <i>Reed-Solomon Codes</i>, die zur allgemeineren Familie der <i>zyklische Codes</i>, insbesondere den BCH-Codes gehören.</li> <li>• Die <i>Reed-Muller-Codes</i> dienen als Ausgangspunkt für die Konstruktion der (optimalen) <i>Kerdock- und Preparata-Codes</i>.</li> <li>• Die grundlegenden <i>Goppa-Codes</i> sind im Rahmen der <i>Funktionenkörper-Codes</i> mittlerweile vielfach verallgemeinert worden.</li> </ul> |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Algebra, Kombinatorik und Zahlentheorie sind klassische Kerngebiete der Mathematik. An dem konkreten Beispiel der Codierungstheorie sollen die Studierenden erkennen, dass durch das Zusammenspiel sehr interessante praktische Problemstellungen adäquat modelliert und gelöst werden können.</p>  |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.<br/>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p>   |   |   |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Lineare Algebra I und II, Grundlagen der Algebra, der Kombinatorik und der elementare Zahlentheorie.I</p>   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Codierungstheorie</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br/><b>Sprache:</b> Deutsch<br/><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/><b>SWS:</b> 4<br/><b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>  |   |   |



**Lernziele:**

Algebra, Kombinatorik und Zahlentheorie sind klassische Kerngebiete der Mathematik. An dem konkreten Beispiel der Codierungstheorie sollen die Studierenden erkennen, dass durch das Zusammenspiel sehr interessante praktische Problemstellungen adäquat modelliert und gelöst werden können.

**Inhalte:**

Die Codierungstheorie ist eine relativ junge mathematische Disziplin, die sich mit dem Entwurf von optimalen fehlererkennenden und fehlerkorrigierenden Codes beschäftigt.

Solche Codes werden überall dort verwendet, wo Informationen (bildlich gesprochen) über einen gestörten Nachrichtenkanal übertragen werden: Durch eine geeignete Codierung der Information vor der Sendung, ist es möglich auch bei Verfälschung die ursprüngliche Nachricht zu rekonstruieren.

Zu den wichtigsten Anwendungen gehören die Übertragung von Satellitenbildern sowie die Verbesserung der Qualität beim Abspielen von Compact Discs. Der mathematische Reiz der Codierungstheorie liegt im Zusammenspiel von Algebra, Kombinatorik und Zahlentheorie, zumal die sog. linearen Codes über endlichen Körpern sehr erfolgreich in der Praxis eingesetzt werden.

Nach einer Einführung und der Formulierung der Hauptproblemstellung verfolgen wir in dieser Vorlesung das Ziel, einige der wichtigsten Klassen von (optimalen) Codes zu beschreiben:

- Dazu zählen zunächst die *Hamming-Codes* und die *Reed-Solomon Codes*, die zur allgemeineren Familie der *zyklische Codes*, insbesondere den *BCH-Codes* gehören.
- Die *Reed-Muller-Codes* dienen als Ausgangspunkt für die Konstruktion der (optimalen) *Kerdock-* und *Preparata-Codes*.
- Die grundlegenden *Goppa-Codes* sind im Rahmen der *Funktionenkörper-Codes* mittlerweile vielfach verallgemeinert worden.

**Literatur:**

Folgende Liste ist lediglich eine kleine Auswahl. Wir werden zusammen mit dem Vorlesungsskript eine umfassendere Literaturliste ausgeben.

- *Lidl, R., Niederreiter, H.*: Introduction to Finite Fields and their Applications (revised edition). Cambridge University Press, 1994.
- *Pretzel, O.*: Error-Correcting Codes and Finite Fields. Clarendon Press, Oxford, 1992.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Codierungstheorie** (Vorlesung)

Die Codierungstheorie ist eine relativ junge mathematische Disziplin, die sich mit dem Entwurf von optimalen fehlererkennenden und fehlerkorrigierenden Codes beschäftigt. Solche Codes werden überall dort verwendet, wo Informationen (bildlich gesprochen) über einen gestörten Nachrichtenkanal übertragen werden: Durch eine geeignete Codierung der Information vor der Sendung, ist es möglich, auch bei Verfälschung die ursprüngliche Nachricht zu rekonstruieren. Zu den wichtigsten Anwendungen gehören die Übertragung von Satellitenbildern sowie die Verbesserung der Qualität beim Abspielen von Compact Discs. Der mathematische Reiz der Codierungstheorie liegt im Zusammenspiel von Algebra, Kombinatorik und Zahlentheorie, zumal die sog. linearen Codes über endlichen Körpern sehr erfolgreich in der Praxis eingesetzt werden. Lernziele / Kompetenzen: Algebra, Kombinatorik und Zahlentheorie sind klassische Kerngebiete der Mathematik. An dem konkreten Beispiel der Codierungstheorie sollen die Studierende ... (weiter siehe Digicampus)

**Prüfung****Codierungstheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1960: Quantitative Methoden des Risikomanagements</b><br><i>Quantitative Risk Management</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Erarbeitung der mathematischen Grundlagen im Risikomanagement, Qualifizierung zur Anwendung in Banken, Versicherungen und Asset Management , Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Für diese Veranstaltung werden Grundlagen der Stochastik und der Finanzmathematik sowie Grundwissen über Finanzprodukte vorausgesetzt.   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 2-4 Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

|   |
|---|
| <b>Moduleile</b>  |
| <p><b>Modulteil: Quantitative Methoden des Risikomanagements</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 9.0</p>   |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Dieses Modul führt in die quantitativen Grundlagen und Methoden der Risikomodellierung ein.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mathematische Modellierung von Risiken</li> <li>Nutzentheorie</li> <li>Risikomaße und -kennzahlen</li> <li>Risikoentlastungsstrategien</li> <li>Abhängigkeitsmodellierung</li> <li>Marktrisikomodellierung</li> <li>Kreditrisikomodellierung</li> <li>Simulation und Validierung von Risikomodellen</li> </ul> |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Quantitative Methoden des Risikomanagements</b><br/>reines Prüfungsmodul - es findet keine Vorlesung statt.</p>  |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Quantitative Methoden des Risikomanagements</b><br/>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br/>wenn LV angeboten</p>   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1970: Liegruppen und ihre Darstellungen</b><br><i>Lie Groups and Their Representations</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jost-Hinrich Eschenburg   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Ziel der Vorlesung ist es, die Kompakten Liegruppen und ihre Darstellungen (Stichwort: Weylsche Charakterformel) zu verstehen.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Liegruppen und ihre Darstellungen</b>   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>SWS:</b> 6   |   |   |
| <b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Symmetrien werden in der Mathematik durch Gruppen beschrieben. Für den Würfel zum Beispiel gibt es 24 nicht unterscheidbare (achsenparallele) Positionen, deren Übergänge durch eine Gruppe von 24 Drehungen beschrieben werden. Neben solchen diskreten Symmetrien gibt es auch kontinuierliche, wie zum Beispiel bei der Kugel: Sie lässt sich durch beliebige Drehungen um ihr Zentrum in eine andere, ununterscheidbare Lage bringen. Solche Symmetrien werden durch kontinuierliche Gruppen, sog. Lie-Gruppen beschrieben (nach dem norwegischen Mathematiker Sophus Lie benannt). Das einfachste nichttriviale Beispiel ist die Gruppe aller Drehungen um den Ursprung im euklidischen Raum, die Drehgruppe $SO(3)$ . Sie ist nicht nur eine Gruppe, sondern gleichzeitig eine differenzierbare Mannigfaltigkeit (eine Untermannigfaltigkeit im Vektorraum aller reellen $3 \times 3$ -Matrizen), und die Gruppenoperationen sind differenzierbare Abbildungen. Die Drehgruppe wirkt durch Transformationen auf der Kugel und kennzeichnet damit die Symmetrien der Kugel. Mit jeder abstrakten Gruppe ist also auch ihre Wirkung durch Transformationen auf bestimmten Räumen (anderen Mannigfaltigkeiten) von Bedeutung. Die einfachsten Wirkungen sind die linearen: das sind differenzierbare Gruppenhomomorphismen von einer Gruppe $G$ in eine Matrizen­gruppe, d.h. in die Gruppe der invertierbaren linearen Abbildungen auf einem Vektorraum. Die Gruppe $SO(3)$ wirkt linear auf dem dreidimensionalen euklidischen Raum, aber sie kann auch noch auf andere Arten als Matrizen­gruppe dargestellt werden: Eine Drehmatrix $A$ konjugiert eine symmetrische spurfreie $3 \times 3$ -Matrix $S$ zu einer anderen solchen Matrix $S' = ASA^*$ ; damit bewirkt $A$ eine lineare Transformation $S$ nach $S'$ auf dem 5-dimensionalen Vektorraum der spurfreien symmetrischen reellen $3 \times 3$ -Matrizen $n$ . Damit haben wir eine 5-dimensionale Darstellung der Gruppe $SO(3)$ . Ziel der Vorlesung ist es, die Kompakten Liegruppen und ihre Darstellungen (Stichwort: Weylsche Charakterformel) zu verstehen.<br>Voraussetzungen: |   |   |

**Literatur:**

Adams, F. A.: Lectures on Lie Groups. Benjamin, New York, 1969.

Hsiang, W.Y.: Lectures on Lie Groups. World Scientific, 2000.

**Prüfung**

**Liegruppen und ihre Darstellungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1980: Numerische Verfahren zur Modellreduktion (= Modellreduktion)</b><br><i>Numerical Methods for Model Reduction</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 2.0.0 (seit SoSe16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tatjana Stykel  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis verschiedener Modellreduktionsverfahren, Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Verfahren auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Lineare Algebra I, II; Analysis I, II; Numerik I, II  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Modellreduktion</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester<br><b>SWS:</b> 6   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Es werden die Grundlagen der Steuerungstheorie sowie verschiedene Modellreduktionsverfahren und ihre Anwendung auf praktische Probleme behandelt.<br>Mathematische Grundlagen der Steuerungstheorie<br>Gramian basierte Modellreduktion<br>Krylovraum-Verfahren<br>Modellreduktion für nichtlineare Systeme<br>Voraussetzungen: keine besonderen Voraussetzungen  |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Antoulas, A.C.: Approximation of Large-Scale Dynamical Systems. SIAM, Philadelphia, PA, 2005.<br>Zhou, K., Doyle, J.C., Glover, K.: Robust and Optimal Control. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1996.  |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Modellreduktion</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten  |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1990: Algebraische Graphentheorie</b><br><i>Algorithmic Graph Theory</i>  |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Algebraische Graphentheorie befasst sich mit dem Auffinden und der Klassifikation von (stark) strukturierten Graphen. Sie verwendet dazu Methoden aus der Linearen Algebra (Eigenwerte, Polynome) und der Gruppentheorie (Automorphismen) und liefert Bezüge zu anderen Gebieten der Kombinatorik, nämlich der Codierungstheorie, der Designtheorie und der Matroidtheorie.<br><br>Neben den wichtigsten Grundlagen zum Spektrum, sowie dem Kreis- und dem Schnittraum eines Graphen werden einige ausgewählte Themenstellungen, wie stark reguläre Graphen und die Färbung von Graphen betrachtet. |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden werden anhand des Studiums bestimmter Klassen von Graphen ein vertieftes Verständnis von algebraischer und kombinatorischer Denkweise erwerben.  |   |   |
| <b>Bemerkung:</b><br>Die Module MTH-1990 und MTH-1991 unterscheiden sich im Aufwand (SWS und LP) , sind aber inhaltlich nahezu identisch. Daher dürfen Studierende nur eines dieser beiden Module einbringen.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Lineare Algebra I und II, Grundlagen der Algebra, der Kombinatorik und der elementaren Zahlentheorie<br><br>Ausschluss-Bedingung: Dieses Modul darf nicht eingebracht werden, wenn das Modul MTH-1991 bereits eingebracht wurde!  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|  |
|--|
| <b>Moduleile</b>   |
| <b>Moduleil: Algebraische Graphentheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 3.0 |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden werden anhand des Studiums bestimmter Klassen von Graphen ein vertieftes Verständnis von algebraischer und kombinatorischer Denkweise erwerben.                          |

**Inhalte:**

Die Algebraische Graphentheorie befasst sich mit dem Auffinden und der Klassifikation von (stark) strukturierten Graphen. Sie verwendet dazu Methoden aus der Linearen Algebra (Eigenwerte, Polynome) und der Gruppentheorie (Automorphismen) und liefert Bezüge zu anderen Gebieten der Kombinatorik, nämlich der Codierungstheorie, der Designtheorie und der Matroidtheorie.

Neben den wichtigsten Grundlagen zum Spektrum, sowie dem Kreis- und dem Schnittraum eines Graphen werden einige ausgewählte Themenstellungen, wie stark reguläre Graphen und die Färbung von Graphen betrachtet.

**Literatur:**

- *Norman Biggs: Algebraic Graph Theory, 2. Auflage. Cambridge University Press, Cambridge, 1993.*
- *Godsil, C., Royle, G.: Algebraic Graph Theory. Springer, New York, 2001.*

**Prüfung**

**Algebraische Graphentheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-1991: Graphentheorie</b><br><i>Graph Theory</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit SoSe19)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Graphen dienen praktisch als Standardmodell für jede Art von Objekten, die mit einer binären Relation versehen sind. Anhand ausgewählter Themengebiete erwerben Studierende anhand des Studiums grundlegender Problemstellungen ein tieferes Verständnis für diskrete Strukturen. Dabei wird insbesondere die algebraische, kombinatorisch und zahlentheoretische Denkweise geschult. |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Die Module MTH-1990 und MTH-1991 unterscheiden sich im Aufwand (SWS und LP), sind aber inhaltlich nahezu identisch. Daher dürfen Studierende nur eines dieser beiden Module einbringen.   |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Lineare Algebra I und II, Grundlagen der Algebra, der Kombinatorik und der elementaren Zahlentheorie  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung<br><br>Ausschluss-Bedingung: Dieses Modul darf nicht eingebracht werden, wenn das Modul MTH-1990 bereits eingebracht wurde! |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>                      | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester  |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Graphentheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch  |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden werden anhand des Studiums einer diskreten algebraischen Struktur ein vertieftes Verständnis von algebraischer, kombinatorischer und zahlentheoretischer Denkweise erwerben. |

|  |
|--|
| <b>Prüfung</b><br><b>Graphentheorie</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten |
|--|



|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2000: Financial Optimization</b>   |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Erarbeitung der mathematischen Grundlagen, Qualifizierung zur Anwendung in der industriellen Praxis, Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Lineare und Nichtlineare Optimierung, Stochastik   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <p><b>Modulteil: Financial Optimization</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 2</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 3.0</p>   |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Markowitz-Portfoliooptimierung, Indextracking &amp; Portfolioreplikation, Cash-Flow-Matching &amp; Portfolio Immunisierung, Szenariooptimierung &amp; Stochastische Optimierung, Robuste Optimierung im Asset Management, Semi-infinite Optimierung für Bewertungsprobleme, Dynamische Optimierung für Stoppprobleme</p> |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Financial Optimization</b></p> <p>Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 120 Minuten</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br/>wenn LV angeboten</p> <p><b>Beschreibung:</b><br/>Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.</p>   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-2030: Parametrische Optimierung</b><br><i>Parametric Optimization</i>  |   | 5 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>- Parametrische lineare Optimierung<br>- Parametrische unrestringierte nicht-lineare Optimierung<br>- Parametrische restringierte nicht-lineare Optimierung<br>- Anwendungen   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>- Erarbeitung der mathematischen Grundlagen der parametrischen Optimierung<br>- Qualifizierung zur Anwendung in Theorie und Praxis<br>- Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur              |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Die Veranstaltung wird vorzugsweise als Blockveranstaltung angeboten.  |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 150 Std.<br>3 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>- Kenntnisse in Optimierung (etwa im Umfang von Optimierung I und II)<br>- Kenntnisse in numerischen Optimierungsverfahren (etwa Numerische Verfahren der nicht-linearen Optimierung)<br>- Grundkenntnisse in Funktionalanalysis |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>3  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |

|  |
|--|
| <b>Moduleile</b>   |
| <b>Modulteil: Parametrische Optimierung</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 3<br><b>ECTS/LP:</b> 5.0                                   |
| <b>Lernziele:</b><br>- Erarbeitung der mathematischen Grundlagen der parametrischen Optimierung<br>- Qualifizierung zur Anwendung in Theorie und Praxis<br>- Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur |
| <b>Inhalte:</b><br>- Parametrische lineare Optimierung<br>- Parametrische unrestringierte nicht-lineare Optimierung<br>- Parametrische restringierte nicht-lineare Optimierung<br>- Anwendungen                                    |
| <b>Literatur:</b><br>wird am Anfang der Vorlesung bekannt gegeben  |

**Prüfung**

**Parametrische Optimierung**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 15 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul MTH-2110: Zins- und Kreditmodelle</b><br><i>Interest Rate and Credit Models</i>  |  | 9 ECTS/LP                                    |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner   |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Erarbeitung der mathematischen Grundlagen für die Bewertung und das Hedgen von Zins- und Kreditderivaten<br>Qualifizierung zur Anwendung in Banken, Versicherungen und Asset Management<br>Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur   |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Für diese Veranstaltung werden Kenntnisse der zeitstetigen Finanzmathematik vorausgesetzt, wie sie z.B. im Modul "Numerische Verfahren der Finanzmathematik" vermittelt werden (Black-Scholes Modell, Ito-Integral und Ito-Formel, risikoneutrale Bewertung).  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 2-4 Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 6   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |  |  |
| <b>Modulteil: Zins- und Kreditmodelle</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Dieses Modul behandelt Modelle zur Bewertung von Zins- und Kreditderivaten.<br>Inhaltsübersicht als Auflistung:<br>Ho-Lee Binomialmodell in diskreter Zeit<br>Ein-Faktor-Short-Rate-Modelle<br>Affine Zinsmodelle<br>Heath-Jarrow-Morton Modell<br>Merton-Modell<br>Intensitäts- und Hazardrate-Modelle<br>Bewertung des Kontrahentenausfallrisiko |  |  |
| <b>Literatur:</b><br>Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.   |  |  |

**Prüfung**

**Zins- und Kreditmodelle**

Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur á 120 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

**Beschreibung:**

Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-2115: Zeitstetige Finanzmathematik</b><br><i>Continuous Time Finance</i>  |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit SoSe23)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ralf Werner   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Brownsche Bewegung und stochastische Integration (Ito Formel)<br>Finanzmarktmodelle in stetiger Zeit (Semimartingalmodelle)<br>Arbitrage<br>Vollständigkeit<br>Hauptsatz der Finanzmathematik<br>Black-Scholes Modell<br>Bewertung und Hedging in unvollständigen Märkten |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Erarbeitung der mathematischen Grundlagen für die Bewertung und das Hedgen von Derivaten<br>Qualifizierung zur Anwendung in Banken, Versicherungen und Asset Management<br>Befähigung zum selbständigen Erarbeiten weiterführender Fachliteratur            |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Diskrete Finanzmathematik<br>Stochastik IV  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Moduleile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Zeitstetige Finanzmathematik</b>   |   |  |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Ralf Werner<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Brownsche Bewegung und stochastische Integration (Ito Formel)<br>Finanzmarktmodelle in stetiger Zeit (Semimartingalmodelle)<br>Arbitrage<br>Vollständigkeit<br>Hauptsatz der Finanzmathematik<br>Black-Scholes Modell<br>Bewertung und Hedging in unvollständigen Märkten |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.  |   |  |

**Prüfung**

**Zeitstetige Finanzmathematik**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2130: Seminar zur Codierungstheorie</b><br><i>Seminar in Coding Theory</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Es werden einige ausgewählte Themenbereiche aus der Codierungstheorie behandelt. Grundlage sind Kapitel von ausgewählten englischsprachigen Lehrbüchern sowie Artikel aus Fachzeitschriften.   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die selbständige Erarbeitung mathematischer Inhalte und eine wissenschaftliche Präsentation in Wort und Schrift.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Lineare Algebra sowie Grundlagen der Algebra, der Kombinatorik und der elementaren Zahlentheorie; Grundwissen über einige Klassen von fehlerkorrigierenden Codes: Hamming-Codes, zyklische und BCH-Codes, Reed-Muller Codes. |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteil</b>  |
| <b>Modulteil: Seminar zur Codierungstheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |
| <b>Lernziele:</b><br>Die selbständige Erarbeitung mathematischer Inhalte und eine wissenschaftliche Präsentation in Wort und Schrift.   |
| <b>Inhalte:</b><br>Es werden einige ausgewählte Themenbereiche aus der Codierungstheorie behandelt. Grundlage sind Kapitel von ausgewählten englischsprachigen Lehrbüchern sowie Artikel aus Fachzeitschriften. |
| <b>Literatur:</b><br>Die konkrete Themenauswahl und dazu gehörende Literatur wird in der Vorbesprechung zum Seminar bekanntgegeben.   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Seminar zur Codierungstheorie</b><br>Seminar / Prüfungsdauer: 90 Minuten   |



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2140: Mathematik der Allgemeinen Relativitätstheorie</b><br><i>Mathematics of General Theory of Relativity</i>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten lernen die Grundlagen der (pseudo-)riemannschen Geometrie und von Cartan-Geometrien kennen und finden in der Allgemeinen Relativitätstheorie eine Anwendung dieser Ideen auf eine grundlegende physikalische Theorie.<br>Die Studenten können geometrische Konzepte wie Krümmung und Torsion anschaulich verstehen. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <p><b>Modulteil: Mathematik der Allgemeinen Relativitätstheorie</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>2 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 4</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 6.0</p>   |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Es werden die mathematischen Grundlagen der Differentialgeometrie entwickelt, so daß die Einsteinschen Feldgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie motiviert, aufgestellt und interpretiert werden können und Beispiele gerechnet werden können.</p> <p>Folgende Themen werden durch das Modul unter anderem abgedeckt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Koordinatensysteme</li> <li>Symmetrien und Kovarianz</li> <li>Vektorfelder, Differentialformen und Tensoren</li> <li>Parallelverschiebung</li> <li>Krümmung und Torsion</li> <li>Geodäten</li> <li>Die Einsteinschen Feldgleichungen und der Energie-Impuls-Tensor</li> <li>Einstein-Cartan-Geometrie</li> <li>Schwarzschildlösung und weitere exakte Lösungen</li> </ul> <p>Voraussetzungen: Die Studenten kennen sich in der mehrdimensionalen Analysis und der Linearen Algebra über den reellen und komplexen Zahlen aus. Die Studenten haben ein Grundverständnis von grundlegenden physikalischen Begriffen (Kraft, Beschleunigung, Raum und Zeit, etc.).</p> |

**Literatur:**

R. W. Sharpe: Differential Geometry  
R. P. Feynman: Feynman Lectures on Gravitation  
Ch. Misner, K. Thorne, J. Wheeler: Gravitation  
S. M. Carroll: Spacetime and Geometry

**Prüfung**

**Mathematik der Allgemeinen Relativitätstheorie**

Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2150: Algebraische Zahlentheorie</b><br><i>Algebraic number theory</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 2.0.0 (seit WS18/19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Hien   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Teilnehmer lernen die fundamentalen Techniken und Ergebnisse aus der algebraischen Zahlentheorie kennen. Sie eignen sich wichtige Werkzeuge von allgemeinem Interesse, wie Gruppenkohomologie, an. Sie sehen, wie verschiedene Methoden - algebraische, komplex-analytische, nicht-archimedisch analytische, homologische - benutzt werden können und müssen, um ein möglichst weites Verständnis von den Zahlkörpern zu erhalten. Dadurch erlernen sie den Austausch von Ideen zwischen den mathematischen Teilgebieten. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Moduleile****Moduleil: Algebraische Zahlentheorie****Sprache:** Deutsch**Angebotshäufigkeit:** unregelmäßig**SWS:** 6**ECTS/LP:** 9.0**Inhalte:**

Die Vorlesung bespricht weitergehende Erkenntnisse aus der algebraischen Zahlentheorie.

Inhaltsübersicht als Auflistung:

Verzweigungstheorie

Bewertungen auf Zahlkörpern

Gruppenkohomologie

Lokale Klassenkörpertheorie

Globale Klassenkörpertheorie

Analytische Methoden - L-Reihen

Voraussetzungen: Algebra, Grundkenntnisse über die Ringe ganzer Zahlen in Zahlkörpern

**Literatur:**

J. Neukirch: Algebraische Zahlentheorie, Springer-Verlag

J. Neukirch, A. Schmidt, K. Wingberg: Cohomology of number fields, Springer-Verlag

J. Neukirch (herausgegeben von A. Schmidt): Klassenkörpertheorie, Springer-Verlag

**Prüfung****Algebraische Zahlentheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2170: Zeitreihenanalyse (Stochastik IV)</b><br><i>Time Series Analysis (Stochastics IV)</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 2.1.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Fähigkeit, mit Hilfe statistischer Methoden zeitliche Abhängigkeiten in Daten aufzudecken, zu beschreiben, und für die Zustandsschätzung und Vorhersage zu nutzen. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Stochastik I, Stochastik II  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Zeitreihenanalyse</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |
| <b>Inhalte:</b><br>stationäre stochastische Prozesse, Autokovarianzfunktion, WN- und ARMA-Prozesse, Analyse im Zeitbereich, Analyse im Frequenzbereich, Periodogramm, Schätzen von Modellparametern, Vorhersage, rekursive Algorithmen, Zustandsraum-Modelle |
| <b>Literatur:</b><br>Brockwell, P.J., Davis, R.A. (1991 / 2009). Time Series - Theory and Methods. Springer  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Zeitreihenanalyse</b><br>Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 90 Minuten<br><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br>wenn LV angeboten<br><b>Beschreibung:</b><br>Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.        |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2182: Generalisierte Lineare Modelle II</b><br><i>Generalized Linear Models II</i>  |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe21)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Fähigkeit, für vorliegende Daten geeignete Regressionsmodelle (insbesondere binäre, Poisson-, Gamma-<br>Regressionsmodelle) auszuwählen und mit Hilfe von statistischen Methoden an Daten anzupassen. |   |   |
| <b>Bemerkung:</b><br>Dieses Modul ersetzt das Modul MTH-2180 "Generalisierte Lineare Modelle". Wer MTH-2180 bereits bestanden hat,<br>kann für dieses Modul nicht zugelassen werden: die Inhalte überschneiden sich wesentlich.        |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Stochastik I, Stochastik II<br><br>Modul Generalisierte Lineare Modelle (Einführung) (MTH-2181) - Pflicht   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Generalisierte Lineare Modelle II</b><br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 3.0   |
| <b>Inhalte:</b><br>binäre Regressionsmodelle, Binomial-Regression,<br>logistische Regression, Parameterschätzung,<br>Überdispersion, Poisson- und Gamma-Regression,<br>loglineare Modelle, lineare Modelle mit zufälligen Effekten |
| <b>Literatur:</b><br>McCullagh, P., Nelder, J.A. (1989). Generalized Linear<br>Models, 2nd ed. Chapman & Hall / CRC.<br>Fahrmeir, L., Kneib, T., Lang, S. (2007). Regression:<br>Modelle, Methoden und Anwendungen. Springer.      |

|   |
|---|
| <b>Prüfung</b><br><b>Generalisierte Lineare Modelle II</b><br>Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 60 Minuten<br><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br>wenn LV angeboten<br><b>Beschreibung:</b><br>Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben. |
|---|

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2210: Stochastische Evolutionsgleichungen</b><br><i>Stochastic Evolution Equations</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene im Bereich stochastischer Evolutionsgleichungen und stochastischer dynamischer Systeme.<br>Befähigung zum selbständigen Erarbeiten fortführender Forschungsliteratur, Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten Methoden.<br>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:<br>Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Stochastische Evolutionsgleichungen</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Unendlich dimensionale Räume<br>Fourierreihen und -transformation<br>zylindrische Wienerprozesse<br>analytische Halbgruppen<br>stochastische Evolutionsgleichungen<br>stochastische dynamische Systeme<br>Voraussetzungen: Kenntnisse in Analysis auf unendlich.-dimen. Räumen und Grundkenntnisse in Stochastik   |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Stochastische Evolutionsgleichungen</b> (Vorlesung)   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Stochastische Evolutionsgleichungen</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten   |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2270: Algebraische Topologie (Vertiefung)</b><br><i>Advanced Topics in Algebraic Topology</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 2.0.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Es werden vertiefte Kenntnisse in der algebraischen Topologie vermittelt. Die Studierenden werden befähigt, sich eigenständig mit Literatur im Gebiet der algebraischen Topologie zu befassen. Dieser Modul dient auch als Vorbereitung zu weiterführenden Seminaren und Abschlussarbeiten.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Algebraische Topologie (Vertiefung)</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Dieser Modul baut auf den Modul Algebraische Topologie auf. Es werden weiterführende Themen der algebraischen Topologie behandelt wie Kohomologie, Poincaré-Dualität, Homotopietheorie, Vektorbündel, Bordismus, K-Theorie.<br>Voraussetzungen: Algebraische Topologie  |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Bredon, G.E.: Topology and Geometry, vol. 139, Graduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, 1993.<br>Dold, A.: Lectures on Algebraic Topology, vol. 200. Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen, Springer-Verlag, 1972.<br>May, J. P.: A Concise Course in Algebraic Topology, University of Chicago Press.<br>Spanier, E.: Algebraic Topology. McGraw-Hill, 1966. |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Algebraische Topologie II (Vertiefung)</b> (Vorlesung + Übung)   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Algebraische Topologie (Vertiefung)</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten  |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2280: Stochastische Modelle für Finanz- und Energiemärkte</b><br><i>Stochastic Models for Financial and Energy Markets</i>  |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Kenntnisse über die Funktionsweise und die theoretischen Eigenschaften von Modellen, die zur Beschreibung von Preisen an Finanz- und Energiemärkten geeignet sind; Fähigkeit, die Modelle auf Daten anzuwenden. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Stochastik I / II, empfohlen: Zeitreihenanalyse   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Stochastische Modelle für Finanz- und Energiemärkte</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 3.0                             |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Levy-Prozesse, alpha-stabile Zufallsvariablen, alpha-stabile Prozesse, ARMA-Modelle, SV-Modelle, CARMA-Modelle, zeitstetige SV-Modelle, COGARCH-Modelle, Schätzverfahren; Anwendungen auf Finanz- und Energiemarkt-Daten.     |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>neuere wissenschaftliche Veröffentlichungen   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Stochastische Modelle für Finanz- und Energiemärkte</b><br>Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 90 Minuten<br><b>Beschreibung:</b><br>Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.             |   |   |



|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2320: Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation</b><br><i>Markov Chains and Monte-Carlo-Simulation</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis der mathematischen Konzepte für Markov-Ketten, Verständnis der Funktionsweise von Markov-Chain-Monte-Carlo-Algorithmen, Fähigkeit, solche Algorithmen selbstständig an Modelle zu adaptieren.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Stochastik I / Stochastik II   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation</b>  |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung  |   |   |
| <b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller  |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>SWS:</b> 6   |   |   |
| <b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Markov-Ketten in diskreter / stetiger Zeit und mit diskretem / stetigem Zustandsraum, Stationarität, Ergodizität, Reversibilität, Markov-Chain-Monte-Carlo-Algorithmen   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Bremaud, P. (2008). Markov Chains, Gibbs Fields, Monte Carlo Simulation, and Queues. Springer.<br>Meyn, S.P., Tweedie, R.L. (1993). Markov Chains and Stochastic Stability. Springer.<br>Robert, C.P., Casella, G. (2004). Monte Carlo Statistical Methods. Springer |   |   |
| <b>Prüfung</b>  |   |   |
| <b>Markov-Ketten und Monte-Carlo-Simulation</b><br>Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 90 Minuten   |   |   |
| <b>Prüfungshäufigkeit:</b><br>wenn LV angeboten   |   |   |
| <b>Beschreibung:</b><br>Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.  |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2340: Holomorphic curves - an introduction to the modern methods of symplectic geometry</b><br><i>Holomorphic curves - an introduction to the modern methods of symplectic geometry</i>  |   | 9 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Restricted three body problem<br>Global surface of section<br>Contact topology<br>Holomorphic curves<br>Symplectic field theory  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Kenntnisse in Differentialgeometrie und Funktionalanalysis.  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung. |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester           |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Holomorphic curves</b><br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>The goal of this lecture is to make students familiar with global methods in Hamiltonian mechanics. The Hamiltonian system which plays a major role in this lecture is the restricted three body problem. In this problem one studies the dynamics of a massless body (the satellite) which is attracted by two massive bodies (the earth and the moon) according to Newton's law of gravitation. The dynamics of the satellite is prescribed by the flow of a vector field on a three dimensional energy hypersurface. One of the major questions in this lecture is if this flow admits a global surface of section. Such a global surface of section is a gadget which allows one to store the information carried by the flow on the three dimensional energy hypersurface in an area preserving map from the two dimensional disk to itself, i.e., such a gadget reduces the complexity of the problem by one dimension. Global surfaces of section can be constructed with the help of holomorphic curves. In this lecture we will study the rich interplay between holomorphic curves, contact topology and dynamics which brings students to the forefront of modern research. |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>McDuff, Salamon<br>J-holomorphic Curves and Symplectic Topology<br>AMS   |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Holomorphic curves</b> (Vorlesung + Übung)  |   |   |

**Prüfung**

**Holomorphic curves - an introduction to the modern methods of symplectic geometry (9 LP)**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2350: Modellkategorien</b><br><i>Model Categories</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben eine algebraische Theorie von Kategorien kennengelernt. Sie können übliche Konstruktionen in der homologischen Algebra und in der algebraischen Topologie axiomatisch verstehen und Parallelen ziehen. Sie sind in der Lage, wissenschaftlich auf dem Gebiet der homotopischen Algebra und der Homotopietheorie zu arbeiten. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Modellkategorien</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |   |

**Inhalte:**

Modellkategorien axiomatisieren und verdeutlichen sowohl die wesentlichen Konstruktionen in der Homotopietheorie topologischer Räume als auch der homologischen Algebra der Kettenkomplexe. Sie wurden zu diesem Zwecke 1967 von Daniel Quillen eingeführt. Ein grundlegendes Wissen über Modellkategorien ist daher unumgänglich, wenn man in der algebraischen Topologie oder der homologischen Algebra arbeiten möchte. Mit Hilfe von Modellkategorien sind in letzter Zeit Theorien von Unendlich-Kategorien oder auch Algebra über dem Sphärenspektrum anstelle den ganzen Zahlen entwickelt worden.

Ausgangspunkt der Theorie der Modellkategorien ist eine Kategorie  $M$  zusammen mit einer Klasse  $W$  von Morphismen, nach denen die Kategorie lokalisiert werden soll, d.h. die formal als invertierbar angesehen werden sollen. Eine Modellstruktur auf  $M$  ist dann eine Wahl von zwei weiteren Klassen auf  $M$ , den sogenannten Faserungen und Kofaserungen, um effektiv Aussagen über die Lokalisierung machen zu können. Diese Wahl ist vergleichbar mit der einer Basis eines Vektorraumes in der Linearen Algebra.

Unter anderem werden folgende Themen angesprochen:

- Modellkategorien
- Homotopiekategorie
- Quillen-Äquivalenzen
- Kettenkomplexe
- Kompakt erzeugte Räume
- Simpliziale Mengen
- Monoidale Modellkategorien
- Triangulierte Kategorien
- Spektra

Voraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in Topologie und Kategorientheorie

Weitergehende Kenntnisse in algebraischer Topologie oder homologischer Algebra sind hilfreich aber nicht nötig

**Literatur:**

- W. G. Dwyer et al.: Homotopy Limit Functors on Model Categories and Homotopical Categories
- P. Gabriel, M. Zisman: Calculus of Fractions and Homotopy Theory
- S. I. Gelfand, Yu. I. Manin: Methods of Homological Algebra
- P. G. Goerss, J. F. Jardine: Simplicial Homotopy Theory
- Ph. S. Hirschhorn: Model Categories and Their Localizations
- M. Hovey: Model Categories
- J. Lurie: Higher Topos Theory
- J. P. May, K. Ponto: More Concise Algebraic Topology: Localization, Completion, and Model Categories
- D. G. Quillen: Homotopical algebra

**Prüfung****Modellkategorien**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2380: Bayessche Statistik und Ökonometrie</b><br><i>Bayesian Statistics and Econometrics</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 2.0.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis der mathematischen Konzepte in der Bayesschen Statistik, Kenntnisse über Vor- und Nachteile der Bayesschen Statistik gegenüber der frequentistischen Statistik, Kenntnisse über Einsatzmöglichkeiten der Bayesschen Statistik in der Ökonometrie,<br>Fähigkeit, Bayessche Verfahren bei praktischen Problemen selbstständig einzusetzen. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>3 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>1 Std. Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Stochastik I, Stochastik II  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

**Moduleile****Moduleil: Bayessche Statistik und Ökonometrie****Lehrformen:** Vorlesung + Übung**Dozenten:** Prof. Dr. Gernot Müller**Sprache:** Deutsch**SWS:** 4**ECTS/LP:** 6.0**Inhalte:**

Grundlagen der Bayesschen Statistik, Prior-Verteilungen (konjugierte, nichtinformativ), Posterior-Verteilungen, Optimalität von Bayesschätzern, Bayes-Tests, Schätzungen der Posterior-Verteilung über MCMC Methoden, Bayessche Netzwerke, Anwendungen der Bayesschen Statistik in der Ökonometrie.  
Voraussetzungen: Stochastik 1 und 2

**Literatur:**

Blake, A., and Mumtaz, H. (2012). Applied Bayesian Econometrics for Central Bankers. Bank of England / CCBS Technical Handbook No. 4.  
Carlin, B.P., and Louis, Th.A. (2009). Bayesian Methods for Data Analysis. Chapman and Hall.  
Efron, B. (1986). Why Isn't Everyone a Bayesian? The American Statistician 40 (1) 1-5  
Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H.S., and Rubin, D.R. (1995). Bayesian Data Analysis. Chapman and Hall.  
Geweke, J. (2005). Contemporary Bayesian Econometrics and Statistics., Wiley.  
Geweke, J., Koop, G., and van Dijk, H. (Eds.) (2011). The Oxford Handbook of Bayesian Econometrics. Oxford.  
Koop, G. (2003). Bayesian Econometrics. Wiley.  
Robert, Ch. (2007). The Bayesian Choice. Springer.

**Prüfung**

**Bayessche Statistik und Ökonometrie**

Modulprüfung, Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2450: Seminar zur Kombinatorik</b><br><i>Seminar in Combinatorics</i>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die selbständige Erarbeitung mathematischer Inhalte und eine wissenschaftliche Präsentation in Wort und Schrift. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Seminar (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Moduleile**

**Moduleil: Seminar zur Kombinatorik**

**Sprache:** Deutsch

**Lernziele:**

Die selbständige Erarbeitung mathematischer Inhalte und eine wissenschaftliche Präsentation in Wort und Schrift.

**Literatur:**

Die konkrete Themenauswahl und dazu gehörende Literatur wird in der Vorbesprechung zum Seminar bekanntgegeben.

**Prüfung**

**Seminar zur Kombinatorik**

Seminar / Prüfungsdauer: 90 Minuten



|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-2470: Markovketten</b><br><i>Markov Chains</i>  |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.1.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Am Anfang der Vorlesung werden endliche Markovketten eingeführt und mit Hilfe der algebraischen Methoden der Ergodensatz bewiesen. Danach werden die Markovketten mit einem abzählbaren Zustandsraum untersucht. Es wird der klassische Zugang über die Zerlegung der Kette in die unabhängigen Zyklen diskutiert. Ausserdem werden einige Themen aus der Martingaltheorie besprochen, die dann für die 'topologische' Klassifizierung der Ketten mit einem kontinuierlichen Zustandsraum benutzt wird. |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>In dieser Veranstaltung sollen die Studierenden einen Einblick in stochastische Modelle mit zustandsabhängiger Dynamik bekommen und die mathematischen Methoden erlernen, die bei der Analyse solcher Modelle benutzt werden können.  |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>6 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Stochastik I<br>Stochastik II   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>6. - 8.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>Semester            |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Markovketten</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Vitali Wachtel<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Am Anfang der Vorlesung werden endliche Markovketten eingeführt und mit Hilfe der algebraischen Methoden der Ergodensatz bewiesen. Danach werden die Markovketten mit einem abzählbaren Zustandsraum untersucht. Es wird der klassische Zugang über die Zerlegung der Kette in die unabhängigen Zyklen diskutiert. Ausserdem werden einige Themen aus der Martingaltheorie besprochen, die dann für die 'topologische' Klassifizierung der Ketten mit einem kontinuierlichen Zustandsraum benutzt wird. |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>[1] Shiryaev A.N.: Probability<br>[2] Klenke A. Wahrscheinlichkeitstheorie  |   |  |

**Prüfung**

**Markovketten**

Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

**Beschreibung:**

Die Prüfungsform wird rechtzeitig bekannt gegeben.

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2490: Endliche Körper</b><br><i>Finite Fields</i>   |   | 9 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS18/19)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden werden anhand des Studiums einer diskreten algebraischen Struktur ein vertieftes Verständnis von algebraischer, kombinatorischer und zahlentheoretischer Denkweise erwerben. |   |   |
| <b>Bemerkung:</b><br>Die Module MTH-2240 und MTH-2490 unterscheiden sich im Aufwand (SWS und LP), sind aber inhaltlich nahezu identisch. Daher dürfen Studierende nur eines dieser beiden Module einbringen.                   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>6 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Lineare Algebra I und II, Grundlagen der Algebra, der Kombinatorik und der elementaren Zahlentheorie.   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Ausschluss-Bedingung: Dieses Modul darf nicht eingebracht werden, wenn das Modul MTH-2240 oder MTH-2590 bereits eingebracht wurde! |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester   |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Endliche Körper</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0                                    |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studierenden werden anhand des Studiums einer diskreten algebraischen Struktur ein vertieftes Verständnis von algebraischer, kombinatorischer und zahlentheoretischer Denkweise erwerben.             |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Endliche Körper</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten  |   |   |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-2510: Advanced Methods in Machine Learning</b><br><i>Advanced Methods in Machine Learning</i>   |   | 3 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS20/21)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Grundlagen des Machine Learnings, Lernbarkeit, Der Konflikt zwischen Bias und Komplexität, Die VC-Dimension, Deep Feedforward Networks, Case Studies                        |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis von weiterführenden Konzepten des Machine Learnings.<br>Fähigkeit, diese Konzepte auf Datensätze anzuwenden und die Ergebnisse zu interpretieren. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.<br>1 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>1 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Stochastik I, Stochastik II   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Advanced Methods in Machine Learning</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 3.0 |
| <b>Inhalte:</b><br>Grundlagen des Machine Learnings, Lernbarkeit, Der Konflikt zwischen Bias und Komplexität, Die VC-Dimension, Deep Feedforward Networks, Case Studies  |
| <b>Literatur:</b><br>Aktuelle Veröffentlichungen zum Thema Machine Learning, insbesondere zur Erklärbarkeit und zu verbundenem Lernen  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Advanced Methods in Machine Learning</b><br>Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 60 Minuten / Prüfungsdauer: 60 Minuten<br><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br>wenn LV angeboten   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-2511: Advanced Methods in Machine Learning II</b><br><i>Advanced Methods in Machine Learning II</i>  |   | 3 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS21/22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gernot Müller   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Lineare Prädiktoren, Halbräume, Perceptron algorithm, Boosting, AdaBoost, Support Vector Machines  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis von weiterführenden Konzepten des Machine Learnings.<br>Fähigkeit, diese Konzepte auf Datensätze anzuwenden und die Ergebnisse zu interpretieren.                              |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.<br>1 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>1 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Stochastik I, Stochastik II, AMML (MTH-2510)   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Advanced Methods in Machine Learning II</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Gernot Müller<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 3.0 |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Lineare Prädiktoren, Halbräume, Perceptron algorithm, Boosting, AdaBoost, Support Vector Machines  |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>Aktuelle Veröffentlichungen zum Thema Machine Learning, insbesondere zur Erklärbarkeit und zu verbundenem Lernen   |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Advanced Methods in Machine Learning II</b><br>Modulprüfung, Mündliche Prüfung à 30 Minuten oder Klausur à 60 Minuten / Prüfungsdauer: 60 Minuten<br><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br>wenn LV angeboten   |   |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-2520: Algebraic groups and homogeneous spaces</b><br><i>Algebraic groups and homogeneous spaces</i>              |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS19/20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Maxim Smirnov   |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)              |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>Semester            |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Algebraic groups and homogeneous spaces</b><br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0 |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Algebraic groups and homogeneous spaces</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten             |   |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-2530: Perverse Garben</b><br><i>Perverse Sheaves</i>  |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.1 (seit WS19/20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Hien   |   |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Theorie der derivierten Kategorien und speziell die derivierte Kategorie der Garben auf einem topologischen Raum.</li> <li>• Verdier-Dualität</li> <li>• triangulierte Kategorien und t-Strukturen</li> <li>• Definition und Anwendungen des Begriffs "Perverse Garben"</li> </ul>  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Vorlesung führt in die modernen Techniken der Theorie der Garben auf Mannigfaltigkeiten (insbesondere der derivierten Kategorie von Garben) ein. Die entsprechenden Konstruktionen, derivierte Kategorien, triangulierte Kategorien, t-Strukturen werden abstrakt besprochen und im Hinblick auf Garben studiert.<br><br>Der Begriff "Perverse Garben" wird entwickelt und die Anwendungen (im Sinn der Riemann.Hilbert-Korrespondenz) werden besprochen.<br><br>Die Teilnehmer erlernen fundamentale Kenntnisse und Techniken, die in vielen Bereichen der Algebraischen Geometrie, Komplexen Geometrie, Symplektischen Geometrie oder Algebraischen Topologie Anwendung finden. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Perverse Garben</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Perverse Garben</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten  |   |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-2540: Floer Homologie</b><br><i>Floer Homology</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS19/20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder                              |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Arnold conjecture, Analysis of pseudoholomorphic curves, Rabinowitz action functional        |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>                      | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Floer Homologie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0 |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Arnold conjecture, Analysis of pseudoholomorphic curves, Rabinowitz action functional        |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Floer Homologie</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten                       |   |  |



|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-2581: Advanced Survival Analysis</b><br><i>Advanced Survival Analysis</i>  |   | 8 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS22/23)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sarah Friedrich   |   |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besonderheiten von Überlebenszeitdaten: Zensierung/Trunkierung</li> <li>• Martingale, Zählprozesse, stochastische Integrale</li> <li>• Nelson-Aalen, Kaplan-Meier und Aalen-Johansen Schätzer</li> <li>• Konkurrierende Risiken und Mehrstadienmodelle</li> <li>• Cox Regression</li> <li>• Asymptotik (schwache Konvergenz, gleichmäßige Konsistenz), Martingaltheorie</li> </ul> |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach der Teilnahme an diesem Modul verfügen die Studierenden über detailliertes und aktuelles Wissen auf dem Gebiet der Survival Analysis. Sie können Problemstellungen und Ergebnisse des Gebiets präzise beschreiben und diskutieren. Darüber hinaus verstehen die Studierenden mathematische Konzepte, Methoden, Verfahren und Techniken, um Ereigniszeitdaten zu analysieren.                          |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Das Modul kann nur im Master eingebracht werden, wenn Modul MTH-2580 <b>nicht</b> im Bachelor eingebracht wurde.   |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Stochastik I + II  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Moduleile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Advanced Survival Analysis</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 8.0  |   |  |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Andersen, Borgan, Gill, Keiding: Statistical Models Based on Counting Processes, Springer 1993</li> <li>• Aalen, Borgan, Gjessing: Survival and Event History Analysis, Springer 2008</li> <li>• Beyersmann, Allignol, Schumacher: Competing Risks and Multistate Models with R, Springer 2012</li> </ul>  |   |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Advanced Survival Analysis</b><br>Dieses Modul ist ein reines Prüfungsmodul. Es findet keine Vorlesung statt. Sie können dieses Modul NICHT einbringen, wenn Sie bereits im Bachelor das Modul MTH-2580 Survival Analysis eingebracht haben. Die Inhalte überschneiden sich.  |   |  |

**Prüfung**

**Advanced Survival Analysis**

Modulprüfung, Die genauer Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-2600: Nichtparametrische Statistik</b><br><i>Nonparametric statistics</i>   |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS22/23)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sarah Friedrich<br>Kramer, Katharina Dr.   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>- Besonderheiten der nichtparametrischen Statistik: Nichtparametrische Effekte und Hypothesen im Vergleich zur parametrischen und semi-parametrischen Statistik<br>- Empirische Verteilungen und Ränge<br>- Relative Effekte und deren Schätzer<br>- Einfaktorielle Versuchspläne: Wilcoxon-Mann-Whitney-Test, das nichtparametrische Behrens-Fischer-Problem, Kruskal-Wallis-Test<br>- Mehrfaktorielle Versuchspläne               |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach der Teilnahme an diesem Modul kennen die Studierenden den Unterschied zwischen der nichtparametrischen und der parametrischen Datenanalyse. Sie erkennen, wann eine nichtparametrische Datenanalyse notwendig ist, sind mit den Grundbegriffen der Rangstatistiken vertraut, können Rangverfahren für ausgewählte faktorielle Versuchspläne durchführen und kennen deren theoretische, mathematische Grundlagen. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Stochastik I und II   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im WS)  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Übung Nichtparametrische Statistik</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch   |
| <b>Literatur:</b><br>Brunner, Konietschke, Bathke: <i>Rank and Pseudo-Rank Procedures for Independent Observations in Factorial Designs</i> , Springer 2018<br>Brunner, Munzel: <i>Nichtparametrische Datenanalyse</i> , Springer 2013 |

|  |
|--|
| <b>Prüfung</b><br><b>Nichtparametrische Statistik</b><br>Modulprüfung, Die genauer Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.<br><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br>wenn LV angeboten |
|--|

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-2640: Kategorientheorie</b><br><i>Category Theory</i>  |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS17/18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen  |   |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengentheoretische Grundlagen</li> <li>• Kategorien, Funktoren, natürliche Transformationen</li> <li>• Beispiele</li> <li>• Limiten und Kolimiten</li> <li>• Adjungierte Funktoren</li> <li>• Kan-Erweiterungen</li> <li>• Enden und Koenden</li> <li>• Monoidale Kategorien</li> <li>• Lokalisierung von Kategorien</li> <li>• Anwendungen</li> </ul>   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben einen Überblick über die wesentlichen Konzepte der Kategorientheorie gewonnen. Sie erkennen in anderen Teilgebieten der Mathematik universelle Konstruktionen und können die Kategorientheorie gewinnbringend in anderen Disziplinen einbringen. Sie nehmen Kategorien weiter als algebraische Objekte wahr, die Invarianten anderer Strukturen sein können. Die Studenten verstehen schließlich die grundlagentheoretischen Probleme, die sich durch einen zu naiven Begriff einer Menge ergeben, und haben Anwendungen außerhalb der Mathematik, z.B. in der theoretischen Informatik gesehen. |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Zur erfolgreichen Belegung des Moduls benötigen die Teilnehmer lediglich eine gewisse mathematische Reife und das Interesse, sich mit abstrakten Strukturen zu beschäftigen.   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |

|   |
|---|
| <b>Moduleile</b>  |
| <b>Modulteil: Kategorientheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch         |
| <b>Modulteil: Übungen zur Kategorientheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch |

|  |
|--|
| <b>Prüfung</b><br><b>Modulprüfung</b><br>Portfolioprüfung<br><b>Beschreibung:</b><br>Es sind schriftliche Übungsaufgaben zu bearbeiten, mündlich an der Tafel vorzurechnen und am Ende eine kurze mündliche Prüfung zu bestehen. |
|--|

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-2650: Homotopietypentheorie</b><br><i>Homotopy Type Theory</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Zunächst wird mathematisches Arbeiten innerhalb einer intuitionistischen Typentheorie vermittelt. Dabei wird ein besonderer Fokus auf den Gleichheitsbegriff gelegt. Gleichheit in elementaren Typen wird charakterisiert.<br>Homotopietheoretische Begriffe, das Univalenzaxiom und Beispiele von höheren induktiven Typen werden eingeführt. Diese Homotopietheoretische Erweiterung der Typentheorie wird eingesetzt, um ausgewählte Homotopiegruppen zu berechnen und abstrakte Varianten klassischer Resultate der algebraischen Topologie zu beweisen.   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>* Mathematisches Argumentieren und Beweisen in einer abhängigen Typentheorie. Diese Kenntnisse sind eine Grundlage für die Verwendung der meisten computergestützten Beweisassistenzsysteme.<br>* Grundlegendes Verständnis für Fragestellungen und Techniken der abstrakten Homotopietheorie. Die gewonnenen Vorstellungen sind übertragbar auf andere Herangehensweisen wie etwa höhere Kategorientheorie.<br>* Anwendung von Univalenz und höheren Induktiven Typen auf homotopietheoretische Probleme. Ein Studium fortgeschrittener Themen der Homotopietypentheorie ist damit möglich. |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Erfahrung mit abstrakter Mathematik, wie sie etwa im Rahmen von einführenden Modulen der Bereiche Topologie und Algebra erlangt werden kann. Elementare Kenntnisse in diesen Bereichen sind hilfreich, aber nicht erforderlich.  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Homotopietypentheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 4  |   |  |
| <b>Modulteil: Übungen zur Homotopietypentheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 2  |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Modulprüfung</b><br>Portfolioprüfung   |   |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-2690: Inverse Probleme</b><br><i>Inverse Problems</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1 (seit SoSe23)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tatjana Stykel  |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Inverse Probleme</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch  |   |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Inverse Probleme</b> (Vorlesung + Übung)<br>Weitere Informationen finden Sie als PDF unter "Files" |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Inverse Probleme</b><br>Modulprüfung  |   |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-2710: Homotopische Algebra</b><br><i>Homotopical Algebra</i>      |   | 18 ECTS/LP   |
| Version 1<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen          |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>                      | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>Semester            |
|  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Homotopische Algebra I</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Homotopische Algebra</b><br>Modulprüfung                  |   |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-2720: Nicht-kommutative Ring- und Modultheorie</b><br><i>Non Commutative Ring and Module Theory</i>  |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Schneider   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Vorlesung behandelt klassische und neuere Elemente der nichtkommutativen Ring- und Modultheorie: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen (Untermoduln, Faktormoduln, Homomorphismen von Moduln und Ringen);</li> <li>- Direkte Produkte, direkte Summen, freie Moduln;</li> <li>- Injektive und projektive Moduln;</li> <li>- Lokale Ringe und Endomorphismenringe;</li> <li>- Halbeinfache Moduln und Ringe;</li> <li>- Radikal und Sockel;</li> <li>- Tensorprodukt;</li> <li>- Total;</li> <li>- Lokale Projektivität. lokale Injektivität.</li> </ul>  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Teilnehmer*innen lernen wichtige Inhalte der nichtkommutativen Ring- und Modultheorie kennen. Diese Inhalte machen deutlich, dass der Begriff des Vektorraums über einem Körper durch Ersetzung des Körpers durch einen Ring mit Einselement zum Begriff des Moduls verallgemeinert werden kann. Dabei wird beim Ring nicht die Kommutativität vorausgesetzt, was eine Unterscheidung von Links- und Rechtsmoduln notwendig macht. Durch Forderung diverser Eigenschaften gewinnt man unterschiedliche Klassen von Moduln wie die der freien, projektiven, injektiven, halbeinfachen und flachen Moduln. Die Teilnehmer*innen sollen für diese einzelnen Klassen ein tieferes Verständnis entwickeln. Insbesondere interessieren die Unterstrukturen und Endomorphismenringe von Moduln aus diesen Klassen. Dabei fließen auch Forschungsergebnisse aus der jüngeren Vergangenheit ein, die vor allem die Begriffe "Total, lokale Projektivität, lokale Injektivität" betreffen. |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Kenntnisse aus der Vorlesung "Einführung in die Algebra" sind hilfreich.   |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Kenntnisse aus der Vorlesung "Einführung in die Algebra" sind hilfreich.   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Nicht-kommutative Ring- und Modultheorie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |  |



**Inhalte:**

Die Vorlesung behandelt klassische und neuere Elemente der nichtkommutativen Ring- und Modultheorie:

- Grundlagen (Untermoduln, Faktormoduln, Homomorphismen von Moduln und Ringen);
- Direkte Produkte, direkte Summen, freie Moduln;
- Injektive und projektive Moduln;
- Lokale Ringe und Endomorphismenringe;
- Halbeinfache Moduln und Ringe;
- Radikal und Sockel;
- Tensorprodukt;
- Total;
- Lokale Projektivität, lokale Injektivität

**Literatur:**

F.Kasch: Moduln und Ringe, Springer;

R.Wisbauer: Grundlagen der Modul- und Ringtheorie, Verlag R.Fischer

**Prüfung**

**Nicht-kommutative Ring- und Modultheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-3000: Spezielle Kapitel der Geometrie</b><br><i>Topics in Geometry</i>  |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Weiterführende Themen wie beispielsweise Faserbündel, Eichtheorie oder charakteristische Klassen  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Präsentation der Ergebnisse |   |   |
| <b>Bemerkung:</b><br>Die Module MTH-3000 und MTH-3001 unterscheiden sich im Aufwand (SWS und LP), sind aber inhaltlich nahezu identisch. Daher dürfen Studierende nur eines dieser beiden Module einbringen.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Eine weiterführende Vorlesung aus der Geometrie oder Algebra; beispielsweise Einführung in die Geometrie, Differentialtopologie, Differentialgeometrie oder Kommutative Algebra   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung.<br>Ausschluss-Bedingung: Dieses Modul darf nicht eingebracht werden, wenn das Modul MTH-3001 bereits eingebracht wurde! |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 3.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>Semester   |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Spezielle Kapitel der Geometrie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0  |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Geometrie</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten  |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-3001: Spezielle Kapitel der Geometrie</b><br><i>Topics in Geometry</i>  |   | 9 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS18/19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Weiterführende Themen wie beispielsweise Faserbündel, Eichtheorie oder charakteristische Klassen  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Präsentation der Ergebnisse |   |   |
| <b>Bemerkung:</b><br>Die Module MTH-3000 und MTH-3001 unterscheiden sich im Aufwand (SWS und LP), sind aber inhaltlich nahezu identisch. Daher dürfen Studierende nur eines dieser beiden Module einbringen.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>6 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Eine weiterführende Vorlesung aus der Geometrie oder Algebra; beispielsweise Einführung in die Geometrie, Differentialtopologie, Differentialgeometrie oder Kommutative Algebra   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung.<br>Ausschluss-Bedingung: Dieses Modul darf nicht eingebracht werden, wenn das Modul MTH-3000 bereits eingebracht wurde! |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 3.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester   |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Spezielle Kapitel der Geometrie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |
| <b>Lernziele:</b><br>Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Präsentation der Ergebnisse |
| <b>Inhalte:</b><br>Weiterführende Themen wie beispielsweise Faserbündel, Eichtheorie oder charakteristische Klassen  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Geometrie</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-3210: Spin-Geometrie</b><br><i>Spin Geometry</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Das Hauptergebnis dieser Vorlesung wird der Indexsatz von Atiyah und Singer sein, der als eines der wichtigsten Ergebnisse der Mathematik des 20. Jahrhunderts gilt. Dazu untersuchen wir Clifford-Algebren, Spin-Gruppen und ihre Darstellungen. Wir führen Dirac- und Laplace-Typ-Operatoren ein und untersuchen sie analytisch. Nach dem Beweis des Indexsatzes behandeln wir geometrische Anwendungen. Wir besprechen auch verwandte Themen, wie Hodge-Theorie. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Elementare differentialgeometrische Begriffe wie Mannigfaltigkeiten und Vektorbündel werden vorausgesetzt. Fortgeschrittenere Konzepte wie charakteristische Klassen werden je nach Vorkenntnissen der Hörer erklärt.   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Spin-Geometrie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br><b>SWS:</b> 6  |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spin-Geometrie</b><br>Modulprüfung  |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-3220: Ausgewählte Themen der geometrischen Topologie</b><br><i>Selected Topics in Geometric Topology</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke<br>Steimle, Wolfgang, Prof. Dr.  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Studenten lernen wichtige Methoden und Resultate aus ausgewählten Bereichen der Geometrie und Topologie kennen und erwerben die Kompetenz, die erlernten Methoden eigenständig anzuwenden. Die genaue Wahl der Themen ist dabei dem Dozenten überlassen und ergibt sich aus der Vorlesungsankündigung |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Klassifikation von Mannigfaltigkeiten</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Ausgewählte Themen der geometrischen Topologie</b><br>Modulprüfung, Die Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.  |   |   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-3240: Morse Homologie</b><br><i>Morse Homology</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder                              |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Morse-Funktionen, Gradientenflussgleichung, Fredholmtheorie                                  |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>                      | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Morse Homologie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0 |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Morse-Funktionen, Gradientenflussgleichung, Fredholmtheorie                                  |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Morse Homologie</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten                       |   |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-3250: Komplexe Geometrie</b><br><i>Complex Geometry</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>                      | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Komplexe Geometrie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch  |   |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Complex Geometry</b><br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>Phillip Griffiths/Joseph Harris: Principles of Algebraic Geometry<br>Daniel Huybrechts: Complex Geometry - An Introduction<br>Claire Voisin: Hodge Theory and Complex Algebraic Geometry I<br>Raymond Wells: Differential Analysis on Complex Manifolds |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Komplexe Geometrie</b><br>Portfolioprüfung  |   |  |

|   |                                      |  |
|---|--------------------------------------|--|
| <b>Modul MTH-3260: Transformationsgruppen</b><br><i>Transformation Groups</i>   |                                      | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke  |                                      |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Master Mathematik  |                                      |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.  |                                      |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |                                      | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>     | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig |  |
| <b>Modulteile</b>   |                                      |  |
| <b>Modulteil: Transformationsgruppen</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0                       |                                      |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Transformationsgruppen</b><br>Modulprüfung, mündliche Prüfung oder schriftliche Prüfung oder Portfolioprfung |                                      |  |



|  |                                      |  |
|--|--------------------------------------|--|
| <b>Modul MTH-3265: Lie-Gruppen und homogene Räume</b><br><i>Lie Groups and Homogeneous Spaces</i>  |                                      | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Dr. Peter Quast  |                                      |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.   |                                      |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |                                      | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>     | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig |  |
| <b>Modulteile</b>  |                                      |  |
| <b>Modulteil: Lie-Gruppen und homogene Räume</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0                        |                                      |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Lie-Gruppen und homogene Räume</b><br>Modulprüfung, schriftliche Prüfung oder mündliche Prüfung oder Portfolioprüfung |                                      |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-3270: Algebraische K-Theorie</b><br><i>Algebraic K-Theory</i>   |   | 3 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Steimle  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten lernen grundlegende Definitionen und Resultate aus der algebraischen K-Theorie und einige Anwendungen in der Geometrie und Algebra kennen.<br>The participants learn the basic definitions and theorems in algebraic K-theory. Some applications to geometry and algebra will be discussed. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Keine.  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Algebraische K-Theorie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 3.0   |   |  |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Studenten lernen grundlegende Definitionen und Resultate aus der algebraischen K-Theorie und einige Anwendungen in der Geometrie und Algebra kennen.<br>The participants learn the basic definitions and theorems in algebraic K-theory. Some applications to geometry and algebra will be discussed.             |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Algebraische K-Theorie</b><br>Modulprüfung, Die Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.  |   |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-3280: Nonlinear Functional Analysis</b><br><i>Nonlinear Functional Analysis</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS17/18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>This course is an introduction to nonlinear functional analysis and its applications. It covers the following topics: Banach manifolds, nonlinear Fredholm operators, implicit function theorem, Sard-Smale theorem, Leray-Schauder degree, Frechet manifolds, Nash-Moser implicit function theorem, scaled Banach spaces, applications to ordinary and partial differential equations. |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Learning about the basic techniques of nonlinear functional analysis and their applications to differential equations.  |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>270 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Modul Funktionalanalysis (MTH-1100)   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> nach Bedarf   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |  |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Nonlinear Functional Analysis</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Kai Cieliebak<br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |
| <b>Lernziele:</b><br>Learning about the basic techniques of nonlinear functional analysis and their applications to differential equations.  |
| <b>Inhalte:</b><br>This course is an introduction to nonlinear functional analysis and its applications. It covers the following topics: Banach manifolds, nonlinear Fredholm operators, implicit function theorem, Sard-Smale theorem, Leray-Schauder degree, Frechet manifolds, Nash-Moser implicit function theorem, scaled Banach spaces, applications to ordinary and partial differential equations. |
| <b>Literatur:</b><br>K. Deimling, Nonlinear Functional Analysis  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Nonlinear Functional Analysis</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-3290: Einführung in die Himmelsmechanik</b><br><i>Introduction to Celestial Mechanics</i>   |   | 3 ECTS/LP  |
| Version 1.1.1 (seit WS17/18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Newton equations, Conserved quantities, Restricted Three-Body problem, Regularizations, Special solutions   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Einführung in die Himmelsmechanik</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Urs Frauenfelder<br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 3.0 |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Himmelsmechanik Einführung in die Himmelsmechanik</b><br>Einzelprüfung mündlich / Prüfungsdauer: 30 Minuten   |   |  |

|  |                                      |  |
|--|--------------------------------------|--|
| <b>Modul MTH-3300: Mathematische Physik</b><br><i>Mathematical Physics</i>   |                                      | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Urs Frauenfelder  |                                      |  |
| <b>Inhalte:</b><br>In diesem Kurs werden verschiedene Themen der mathematischen Physik behandelt, wie die Frage nach der Quantisierung eines klassischen mechanischen Systems und dem Zusammenhang zwischen ihrer Geometrie und Dynamik.               |                                      |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.   |                                      |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |                                      | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>     | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig |  |
| <b>Modulteile</b>  |                                      |  |
| <b>Modulteil: Mathematische Physik</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |                                      |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Mathematische Physik</b> (Vorlesung + Übung)<br>What is classical mechanics? What is Quantum mechanics? What is their relationship? In this course we wish to discuss these questions in a thorough way. |                                      |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Mathematische Physik</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten   |                                      |  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-3500: Spezielle Kapitel der Algebra</b><br><i>Selected Topics in Algebra</i>                                    |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen                                      |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Algebra vertieft. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Vertiefte Kenntnisse in Algebra   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Spezielle Kapitel der Algebra</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Algebra (3 LP) MTH-3500</b><br>Modulprüfung, Lehrveranstaltungsprüfung            |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Algebra</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten                      |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-3510: Spezielle Kapitel der Analysis</b><br><i>Selected Topics in Analysis</i>                                   |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen                                       |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Analysis vertieft. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Vertiefte Kenntnisse in Analysis   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: <a href="#">Spezielle Kapitel der Analysis</a></b><br><b>Sprache:</b> Deutsch                                   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Analysis</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten                      |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-3520: Spezielle Kapitel der Geometrie</b><br><i>Selected Topics in Geometry</i>                                   |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 2.0.0 (seit SoSe21)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Geometrie vertieft. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Vertiefte Kenntnisse in Geometrie   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: <a href="#">Spezielle Kapitel der Geometrie</a></b><br><b>Sprache:</b> Deutsch                                   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Geometrie</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten                      |   |   |



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-3530: Spezielle Kapitel der Optimierung</b><br><i>Selected Topics in Optimization</i>                               |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Optimierung vertieft. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Vertiefte Kenntnisse in der Optimierung   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Spezielle Kapitel der Optimierung</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Optimierung</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten                      |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-3540: Spezielle Kapitel der Stochastik</b><br><i>Selected Topics in Stochastics</i>                                |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.1.0 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Stochastik vertieft. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Vertiefte Kenntnisse in Stochastik   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Spezielle Kapitel der Stochastik</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Stochastik</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten                       |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-3550: Spezielle Kapitel der Numerik</b><br><i>Selected Topics in Numerics</i>                                   |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen                                      |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studenten haben ihre Kenntnisse in speziell ausgewählten Kapiteln der Numerik vertieft. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Vertiefte Kenntnisse in Numerik   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Spezielle Kapitel der Numerik</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Spezielle Kapitel der Numerik</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 120 Minuten                      |   |   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-3560: Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung</b>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS18/19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu freien Randwertproblemen, insbesondere die Theorie der Funktionen von beschränkter Variation in mehreren Dimensionen. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung, Forschungsliteratur in diesem Gebiet zu lesen, sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten sowie die erlernte Theorie in anwendungsorientierten Problemen einzusetzen. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |  |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <p><b>Modulteil: Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig</p> <p><b>SWS:</b> 6</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 9.0</p>  |
| <p><b>Literatur:</b></p> <p>Luigi Ambrosio, Nicola Fusco, and Diego Pallara. Functions of bounded variation and free discontinuity problems. Oxford Mathematical Monographs. The Clarendon Press, Oxford University Press, New York, 2000.</p> <p>Lawrence C. Evans and Ronald F. Gariepy. Measure theory and fine properties of functions. Textbooks in Mathematics. CRC Press, Boca Raton, FL, revised edition, 2015.</p> <p>Herbert Federer. Geometric measure theory. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Band 153. Springer-Verlag New York Inc., New York, 1969.</p> |

|  |
|--|
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Ausgewählte Kapitel der Variationsrechnung</b></p> <p>Portfolioprüfung</p> |
|--|

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-3570: Lesekurs Dynamische Systeme</b><br><i>Reading Course Dynamical Systems</i>  |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Studierenden erhalten einen vertieften Kenntnisstand zu aktuellen Forschungsthemen der dynamischen Systeme und gleichzeitig einen fundierten Einstieg in die moderne qualitative Theorie.   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Sie erreichen<br>die Kompetenz, selbständig fortgeschrittene Themenbereiche und aktuelle Forschungsthemen zu bearbeiten.<br>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:<br>Selbststudium englischsprachiger wissenschaftlicher Literatur,<br>wissenschaftliches Arbeiten,<br>Führen wissenschaftlicher Diskussionen und die Präsentation von mathematischen Theorien. |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Gute Kenntnisse in Dynamischen Systemen   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>                      | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>Semester            |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Lesekurs Dynamische Systeme</b><br><b>Lehrformen:</b> kein Typ gewählt<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0  |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Lesekurs</b><br>Portfolioprüfung, Vortrag und aktive Mitarbeit / Prüfungsdauer: 90 Minuten  |   |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-3580: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis</b><br><i>Selected Topics in Nonlinear Analysis</i>  |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS19/20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Problemen in der Theorie der nichtlinearen Analysis. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br><b>SWS:</b> 4<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Variationelle Probleme<br>Regularitätstheorie,<br>Nichtlineare Gleichungen,<br>Ggf. Anwendungen   |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>wird in der VL bekanntgegeben   |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Analysis</b><br>Mündliche Prüfung   |   |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul MTH-3590: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten</b><br><i>Computational uncertainty quantification for partial differential equations</i>   |   | 9 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Peterseim   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Tieferes Verständnis der Unsicherheitsquantifizierung bei partiellen Differentialgleichungen mit Unsicherheiten in ihren wichtigsten Ausprägungen; Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Verständnis der Problematik hochdimensionaler Probleme sowie grundlegender Lösungsansätze; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Numerik partieller Differentialgleichungen  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten</b><br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Grundlagen der Theorie partieller Differentialgleichungen mit Unsicherheiten;<br>Approximationstheorie und Numerik hochdimensionaler Probleme;<br>Monte-Carlo-Methoden, stochastische Kollokations- und Galerkin-Methoden, Momentenmethode, Bayessche Methoden   |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>R.G. Ghanem, P.D. Spanos: Stochastic finite elements: a spectral approach. Springer-Verlag, 1991<br>O.P. Le Maître, O.M. Knio: Spectral methods for uncertainty quantification. Springer, 2010<br>M.B. Giles: Multilevel Monte Carlo methods, Acta Numerica 24 (2015), 259–328<br>T.J. Sullivan: Introduction to uncertainty quantification, Springer, 2015  |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>MTH-3590 Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen mit Unsicherheiten</b><br>Portfolioprüfung<br><b>Beschreibung:</b><br>Die genauen Prüfungsmodalitäten werden am Anfang der Vorlesung bekannt gegeben.   |   |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul MTH-9622: Elemente der geometrischen Maßtheorie</b>   |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 1 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Inhaltsübersicht als Auflistung:<br>- Überdeckungssätze<br>- Differentiaion von Maßen<br>- Theorie der BV-Funktionen<br>Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der Lebesgueschen Integrationstheorie. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |  |

|  |
|--|
| <b>Moduleile</b>   |
| <b>Modulteil: Elemente der geometrischen Maßtheorie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br><b>SWS:</b> 4<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |
| <b>Inhalte:</b><br>Inhaltsübersicht als Auflistung:<br>- Überdeckungssätze<br>- Differentiaion von Maßen<br>- Theorie der BV-Funktionen  |
| <b>Literatur:</b><br>Lawrence C. Evans and Ronald F. Gariepy. Measure theory and fine properties of functions. Textbooks in Mathematics. CRC Press, Boca Raton, FL, revised edition, 2015.<br>Herbert Federer. Geometric measure theory. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Band 153. Springer-Verlag New York Inc., New York, 1969. |
| <b>Prüfung</b><br><b>Elemente der geometrischen Maßtheorie</b><br>Portfolioprüfung   |



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1780: Ergodentheorie und Asymptotik von stochastischen Prozessen</b><br><i>Ergodic theory and asymptotics of stochastic processes</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16 bis SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden sollen erkennen, inwieweit die klassischen Gesetze der Großen Zahlen und der Zentrale Grenzwertsatz auf die Situationen von abhängigen, stationär verbundenen Zufallsgrößen erweitert werden können. Sie sollen erkennen, dass in der räumlichen Statistik und in der Statistik zufälliger Mengen im Regelfall stochastische Abhängigkeiten auftreten und wie diese zu beherrschen sind. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Einführung in die Stochastik (Stochastik I) / Stochastik II<br><br>Analysis I und II<br><br>Grundkenntnisse über Stochastische Prozesse sind von Vorteil.   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

|   |
|---|
| <b>Moduleile</b>  |
| <b>Moduleil: Ergodentheorie und Asymptotik von stochastischen Prozessen</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0  |
| <b>Inhalte:</b><br>Es werden die Begriffe Ergodizität, Mischen und triviale Schwanz-Sigma-Algebra und Verschärfungen dieser Begriffe anhand von allgemeinen dynamischen Systemen und stationärer stochastischer Prozesse eingeführt und diskutiert. Weitere Themen sind:<br>Ergodensatz von Birkhoff<br>0-1-Gesetze und Regularität<br>Ergodensatz von Nguyen-Zessin<br>Starke Mischungseigenschaften<br>Brillinger-Mischen<br>Zentraler Grenzwertsatz für abhängige Zufallsfelder<br>Anwendungen in der räumlichen Statistik |
| <b>Literatur:</b><br>Krengel, U.: Ergodic Theorems. De Gruyter, Berlin, 1985.<br>Rosenblatt, M.: Stationary Sequences and Random Fields. Birkhaeuser, Basel, 1985.  |

|  |
|--|
| <b>Prüfung</b><br><b>Ergodentheorie und Asymptotik von stochastischen Prozessen</b><br>Modulprüfung, Die Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben |
|--|

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1790: Konvex- und Integralgeometrie mit Anwendungen</b><br><i>Convex and integral geometry with applications</i>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16 bis SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden sollen befähigt werden, einige wesentliche Ergebnisse der Konvex- und Integralgeometrie auf die Grundmodelle der stochastischen Geometrie anzuwenden. Insbesondere sollen Mittelwertformeln für Funktionale von Booleschen Modellen berechnet und interpretiert werden können. Die Studierenden sollen überblicksmäßig mit der Reichhaltigkeit und Tiefe der Ergebnisse der Konvex- und Integralgeometrie bekannt gemacht werden.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Konvex- und Integralgeometrie mit Anwendungen</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 4<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Es werden grundlegende Begriffe der Konvexgeometrie wie Stützfunktion, Quermaßintegrale, Zonoid u.s.w. und wichtige Ergebnisse der Integralgeometrie wie die Formeln von Steiner, Crofton und die kinematische Hauptformel betrachtet, immer mit dem Ziel der stochastischen Geometrie.<br>Steiner-Formel für Parallelmengen<br>Satz von Hadwinger über Einkörperfunktionale<br>Fortsetzung der Minkowski-Funktionale auf den Konvexring<br>Euler-Poincaré-Charakteristik<br>Untersuchung von Keim-Korn-Modellen<br>Boolesche Modelle mit konvexen Körnern<br>Poissonsche Zylinderprozesse<br>Voraussetzungen: Einführung in die Stochastik<br>Grundlegende Kenntnisse in Analysis<br>Lineare Algebra I |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Schneider, R., Weil, W.: Stochastic and Integral Geometry. Springer, Berlin, 2008.<br>Schneider, R., Weil, W.: Integralgeometrie. B.G.Teubner, Stuttgart, 1992.<br>Schneider, R., Weil, W.: Stochastische Geometrie. B.G.Teubner, Stuttgart-Leipzig, 2000.  |   |   |

**Prüfung**

**Konvex- und Integralgeometrie mit Anwendungen**

Modulprüfung, Die genaue Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1810: Topologische Kombinatorik</b><br><i>Topological Combinatorics</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden erkennen kombinatorische Probleme, zu deren Lösung topologische Hilfsmittel beitragen können, und können topologische Methoden auf sie anwenden. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <p><b>Modulteil: Topologische Kombinatorik</b></p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6<br/><b>ECTS/LP:</b> 9.0</p>   |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Diese Vorlesung führt in die topologische Kombinatorik ein. Dieses junge Fachgebiet beschäftigt sich unter anderem damit, kombinatorische und kombinatorisch-geometrische Probleme mit Hilfe topologischer Methoden zu lösen. Wir werden einige solcher Beispiele kennen lernen. Die dazu notwendigen Hilfsmittel aus der Topologie und der Algebraischen Topologie werden wir in der Vorlesung entwickeln oder darstellen.</p> <p>Massenpartitionen, insbesondere das Problem des Teilens von Perlenketten (siehe den Artikel 'Necklace splitting problem' in der englischsprachigen Wikipedia).</p> <p>Graphfärbungsprobleme, insbesondere die Kneser-Vermutung (siehe den Artikel 'Topologische Kombinatorik' in der deutschsprachigen Wikipedia) und verwandte Resultate.</p> <p>Der Satz von Tverberg (siehe den Artikel 'Tverberg's theorem' in der englischsprachigen Wikipedia) und Verallgemeinerungen davon, darunter auch sehr neue Resultate.</p> <p>Simplizialkomplexe und simpliziale Abbildungen.</p> <p>Einfache Hilfsmittel aus der algebraischen Topologie wie Kettenkomplexe und in Ansätzen Homologie. Der Satz von Borsuk-Ulam und Verallgemeinerungen davon.</p> <p>Voraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in Analysis<br/>Grundlegende Kenntnisse in Lineare Algebra</p> <p>Diese Vorlesung wendet sich an alle mit einem Interesse an kombinatorischen Fragestellungen oder topologischen Methoden. Es wird versucht, die Vorlesung so gut wie möglich an die Vorkenntnisse der Hörer anzupassen. Da die benötigten Ergebnisse und Methoden aus der Topologie eingeführt werden, ist kein Vorwissen, das über die Grundvorlesungen in Analysis und Linearer Algebra hinausgeht, nötig. Für die, die nur diese Kenntnisse mitbringen, wird aber die Menge an Neuem groß sein, daher ist eine gewisse mathematische Reife wünschenswert.</p> |

**Literatur:**

Mark de Longueville: A course in topological combinatorics. Springer.

Jiri Matousek: Using the Borsuk-Ulam Theorem (2nd printing). Springer, 2008.

**Prüfung**

**Topologische Kombinatorik**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1820: Entropie und Information</b>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fritz Colonius  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Förderung von abstraktem Denken, Anwenden analytischer Methoden in der Dynamik. Verständnis für die Querverbindungen mathematischer Einzelgebiete am Beispiel der Beziehungen zwischen Maßtheorie, Wahrscheinlichkeitstheorie und Dynamik. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Modulteile****Modulteil: Entropie und Information****Sprache:** Deutsch**Angebotshäufigkeit:** alle 4 Semester**Arbeitsaufwand:**

2 Std. Übung (Präsenzstudium)

2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

**SWS:** 4**ECTS/LP:** 6.0**Inhalte:**

Dieses Modul führt in die Aspekte der Theorie dynamischer Systeme ein.

Topologische und maßtheoretische Entropie

symbolische Dynamik

Voraussetzungen:

**Literatur:**

Lind, D., Marcus, B.: An introduction to Symbolic Dynamics and Coding. Cambridge University Press, 2003.

Robinson: Dynamical Systems, Stability, Symbolic Dynamics and Chaos. CRC Press, 1998.

**Prüfung****Entropie und Information**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1830: Zeitdiskrete Martingale</b><br><i>Martingales in discrete time</i>  |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16 bis SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden sollen vertraut werden mit einem zentralen stochastischen Kalkül, welches zur Beherrschung u.a. finanzmathematischer Zufallsprobleme unentbehrlich ist. Die Hörer sollen im Umgang mit maßtheoretischen Methoden geschult werden und erkennen, dass die Gesetze der Großen Zahlen und der Zentrale Grenzwertsatz auch für gewisse Klassen abhängiger Zufallsgrößen gültig bleiben. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

**Modulteile****Modulteil: Zeitdiskrete Martingale****Sprache:** Deutsch**Angebotshäufigkeit:** jedes 3. Semester**Arbeitsaufwand:**

2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

**SWS:** 2**ECTS/LP:** 3.0**Inhalte:**

Definition und Eigenschaften von bedingten Erwartungswerten, Einführung der Martingalfolgen und Eigenschaften dieses speziellen Typs abhängiger Zufallsgrößen, Studium von Niveauüberschreitungen, Konvergenzverhalten und des Doobschen Zerlegungssatzes, Anwendungen in anderen Gebieten der Stochastik.

Voraussetzungen: Einführung in die Stochastik (Stochastik I)

**Literatur:**

Neveu, J.: Discrete-Parameter Martingales. North-Holland, 1975.

Hall, P., Heyde, C.C.: Martingale Limit Theory and Its Applications. Academic Press, 1980.

**Prüfung****Zeitdiskrete Martingale**

Modulprüfung, Die Prüfungsart wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1850: Einführung in die Codierungstheorie</b>  |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Codierungstheorie ist eine relativ junge mathematische Disziplin, die sich mit dem Problem beschäftigt, wie man Informationen über einen gestörten Kanal so übertragen kann, dass auch aus einer verfälschten empfangenen Nachricht die ursprüngliche Information korrekt abgeleitet werden kann. Dazu "codiert" man die zu übertragende Information in längere Codewörter, die - falls nicht zu viele Fehler auftreten - aus der empfangenen Nachricht eindeutig rekonstruiert werden können. Die Vorlesung gibt eine Einführung in dieses Gebiet, das insbesondere mit Methoden der (linearen) Algebra arbeitet. Abgesehen von der theoretischen Untersuchung der Existenz "guter" Codes werden auch konstruktive Fragen, z.B. nach Verfahren für die explizite Codierung zw. Decodierung bestimmter Codes und Anwendungen, insbesondere Prüzziffersysteme, behandelt. |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Algebra ist ein klassisches Kerngebiet der Reinen Mathematik. Die Studenten sollen an einem konkreten Beispiel erkennen, dass auch dieser Teil der Mathematik praktisch relevante Anwendungen hat.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundlegende Kenntnisse in Lineare Algebra   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Einführung in die Codierungstheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 3.0  |
| <b>Lernziele:</b><br>Die Algebra ist ein klassisches Kerngebiet der Reinen Mathematik. Die Studenten sollen an einem konkreten Beispiel erkennen, dass auch dieser Teil der Mathematik praktisch relevante Anwendungen hat.  |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Codierungstheorie ist eine relativ junge mathematische Disziplin, die sich mit dem Problem beschäftigt, wie man Informationen über einen gestörten Kanal so übertragen kann, dass auch aus einer verfälschten empfangenen Nachricht die ursprüngliche Information korrekt abgeleitet werden kann. Dazu "codiert" man die zu übertragende Information in längere Codewörter, die - falls nicht zu viele Fehler auftreten - aus der empfangenen Nachricht eindeutig rekonstruiert werden können. Die Vorlesung gibt eine Einführung in dieses Gebiet, das insbesondere mit Methoden der (linearen) Algebra arbeitet. Abgesehen von der theoretischen Untersuchung der Existenz "guter" Codes werden auch konstruktive Fragen, z.B. nach Verfahren für die explizite Codierung zw. Decodierung bestimmter Codes und Anwendungen, insbesondere Prüzziffersysteme, behandelt.<br>Voraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse in Lineare Algebra |



**Literatur:**

Jakobs, K., Jungnickel, D.: Introduction to combinatorics (Einführung in die Kombinatorik)(2. völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage). Walter de Gruyter Lehrbuch, Berlin, 2004.

**Prüfung**

**Einführung in die Codierungstheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1860: Einführung in die Projektive Geometrie</b>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Projektive Geometrie ist eines der klassischen Teilgebiete der Reinen Mathematik. Dieses Gebiet ist ursprünglich aus Fragen der Perspektive entstanden und kann heutzutage kurz als "Lineare Algebra vom geometrischen Standpunkt aus gesehen" bezeichnet werden. Alle notwendigen geometrischen Begriffe werden in der Vorlesung entwickelt werden. Neben den klassischen Fragestellungen (Einführung von Koordinaten, Kollineationen, Projektivitäten, Kegelschnitte und Quadriken...) sollen insbesondere die endlichen projektiven Räume behandelt werden. Diese Strukturen haben durch Bezüge zu Designs, Codes und Kryptosystemen neuerdings auch eine gewisse Bedeutung in den Anwendungen erlangt. Einige derartige Aspekte sollen ebenfalls angesprochen werden. |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Erkenntnis der engen Verflechtung von Algebra und Geometrie; Mathematische Allgemeinbildung (Einblick in eines der klassischen Gebiete der Mathematik, das derzeit im Studium fast immer zu kurz kommt).  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Modul Lineare Algebra I (MTH-1000) - empfohlen<br>Modul Lineare Algebra II (MTH-1010) - empfohlen   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Einführung in die Projektive Geometrie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 4<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |
| <b>Lernziele:</b><br>Erkenntnis der engen Verflechtung von Algebra und Geometrie; Mathematische Allgemeinbildung (Einblick in eines der klassischen Gebiete der Mathematik, das derzeit im Studium fast immer zu kurz kommt).  |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Projektive Geometrie ist eines der klassischen Teilgebiete der Reinen Mathematik. Dieses Gebiet ist ursprünglich aus Fragen der Perspektive entstanden und kann heutzutage kurz als "Lineare Algebra vom geometrischen Standpunkt aus gesehen" bezeichnet werden. Alle notwendigen geometrischen Begriffe werden in der Vorlesung entwickelt werden. Neben den klassischen Fragestellungen (Einführung von Koordinaten, Kollineationen, Projektivitäten, Kegelschnitte und Quadriken...) sollen insbesondere die endlichen projektiven Räume behandelt werden. Diese Strukturen haben durch Bezüge zu Designs, Codes und Kryptosystemen neuerdings auch eine gewisse Bedeutung in den Anwendungen erlangt. Einige derartige Aspekte sollen ebenfalls angesprochen werden.<br>Voraussetzungen: Lineare Algebra I<br>Lineare Algebra II |

**Literatur:**

Beutelspacher, A., Rosenbaum, U.: Projektive Geometrie. Von den Grundlagen bis zu den Anwendungen.  
Wiesbaden, 1992.  
Lenz, H.: Vorlesungen über die projektive Geometrie. Leipzig, 1965.

**Prüfung**

**Einführung in die Projektive Geometrie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1870: Mathematische Eichtheorie</b><br><i>Mathematical Gauge Theory</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Entwicklung und Schulung der geometrischen Anschauung bei gleichzeitiger Beherrschung der modernen mathematischen Sprache und Argumentationsweise. Verständnis der grundlegenden Konzepte der Mathematischen Eichtheorie und ihrer Verbindung zur Differentialgeometrie, Topologie und Analysis. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Modulteile****Modulteil: Mathematische Eichtheorie****Sprache:** Deutsch**Angebotshäufigkeit:** alle 4 Semester**Arbeitsaufwand:**

4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

2 Std. Übung (Präsenzstudium)

**SWS:** 6**ECTS/LP:** 9.0**Inhalte:**

Inhalt dieser Vorlesung ist die Differentialgeometrie auf Faserbündeln über glatten Mannigfaltigkeiten. Nach einer Einführung in die grundlegenden Begriffe aus der Lie-Theorie werden Hauptfaserbündel und Vektorbündel behandelt. Anschließend diskutieren wir Zusammenhänge, ihre Krümmung und Holonomie. Im letzten Teil der Vorlesung stellen wir die Rham-Kohomologie und die Chern-Weil-Theorie charakteristischer Klassen vor.

Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie

Topologie

**Literatur:**

Baum, Helga: Eichfeldtheorie. Springer.

Conlon, Lawrence: Differentiable Manifolds. Birkhäuser.

**Prüfung****Mathematische Eichtheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1890: Poissonsche Korn-Modelle und Integralgeometrie</b><br><i>Poissonian germ-grain models and integral geometry</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16 bis SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>In dieser Veranstaltung sollen die Studierenden einen Eindruck erhalten, wie über irreguläre Zufallsmengen mittels fortgeschrittener Methoden der stochastischen Geometrie Aussagen über Mittelwerte, Streuungen und das asymptotische Verhalten von Schätzungen zu erzielen sind. Insbesondere sollen sie Verständnis erlangen, wie gewisse poröse Strukturen beschrieben werden können, woraus eine statistische Behandlung abgeleitet werden kann.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Poissonsche Korn-Modelle und Integralgeometrie</b>   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>SWS:</b> 4  |   |   |
| <b>ECTS/LP:</b> 6.0  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>In dieser Vorlesung werden zunächst alle wichtigen Eigenschaften und die mathematischen Methoden zur Behandlung des wichtigsten Modells für zufällige Mengen in einem Euklidischen Raum - des Poissonschen Kornmodells (auch Boolesches Modell genannt) - hergeleitet und diskutiert. Dies schließt auch statistische Verfahren zu dessen Analyse mit ein. Ein Schwerpunkt soll die Berechnung von Erwartungswerten und Streuungen von Kenngrößen sein, die auf Hadwiger's Erweiterung der Steiner-Formel und Minkowski's Quermassintegralen auf den Konvexring beruhen und die Euler-Poincaré Charakteristik einschließen. Eine Übung soll die Vorlesung begleiten in der neben Aufgabenlösungen auch Problemdiskussionen stattfinden sollen.<br>Voraussetzungen: Lineare Algebra I<br>Analysis I<br>Analysis II<br>Einführung in die Stochastik (Stochastik I)<br>Einführung in die mathematische Statistik (Stochastik II) |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Stoyan, D., Kendall, W.S., Mecke, J.: Stochastic Geometry and Its Applications (2nd Ed.). Wiley&Sons, 1995.<br>Schneider, R., Weil, W.: Stochastic and Integralgeometrie. Springer, 2008.   |   |   |

**Prüfung**

**Poissonsche Korn-Modelle und Integralgeometrie**

Modulprüfung, Die Prüfungsart wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1900: Einführung in die Kryptographie</b>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Kryptographie ist dasjenige Teilgebiet der Mathematik, das sich mit der sicheren Übermittlung geheim zu haltender Nachrichten bzw. umgekehrt mit der Analyse verschlüsselter Texte beschäftigt. Derartige Themenbereiche sind von zunehmender wirtschaftlicher Bedeutung (Electronic Banking). Dabei ergeben sich viele interessante Fragestellungen wie z.B. die Möglichkeit von elektronischen Unterschriften und Zeitstempeln sowie Fragen der Authentifikation und Zugangskontrolle. In der Vorlesung soll eine Einführung in die wichtigsten Probleme und Methoden der Kryptographie gegeben werden. Nach einer kurzen historischen Einleitung werden auch einige praktisch verwendete Systeme (DES, AES, RSA-System) behandelt.  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Algebra, Zahlentheorie und Kombinatorik sind klassische Kerngebiete der Reinen Mathematik. Die Studenten sollen an einem konkreten Beispiel erkennen, dass auch diese Teile der Mathematik praktisch relevante Anwendungen hat.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Als Voraussetzungen werden lediglich die Grundvorlesungen in Linearer Algebra I und II sowie elementare Wahrscheinlichkeitstheorie benötigt.   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Einführung in die Kryptographie</b>   |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>SWS:</b> 4   |   |   |
| <b>ECTS/LP:</b> 6.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Kryptographie ist dasjenige Teilgebiet der Mathematik, das sich mit der sicheren Übermittlung geheim zu haltender Nachrichten bzw. umgekehrt mit der Analyse verschlüsselter Texte beschäftigt. Derartige Themenbereiche sind von zunehmender wirtschaftlicher Bedeutung (Electronic Banking). Dabei ergeben sich viele interessante Fragestellungen wie z.B. die Möglichkeit von elektronischen Unterschriften und Zeitstempeln sowie Fragen der Authentifikation und Zugangskontrolle. In der Vorlesung soll eine Einführung in die wichtigsten Probleme und Methoden der Kryptographie gegeben werden. Nach einer kurzen historischen Einleitung werden auch einige praktisch verwendete Systeme (DES, AES, RSA-System) behandelt.<br>Voraussetzungen: Als Voraussetzungen werden lediglich die Grundvorlesungen in Linearer Algebra I und II sowie elementare Wahrscheinlichkeitstheorie benötigt. Auch wenn es sich um keine Pflichtvorlesung handelt, ist die Vorlesung insbesondere auch den Studenten der Wirtschaftsmathematik sehr zu empfehlen. |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Stinson, D.: Cryptography: Theory and Practice (Discrete Mathematics and its Applications).  |   |   |

**Prüfung**

**Einführung in die Kryptographie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten



|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2010: Numerik Stochastischer Differentialgleichungen</b><br><i>Numerics of stochastic differential equations</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der numerischen Behandlung stochastischer Differentialgleichungen, können die zugehörigen Algorithmen implementieren und sind vertraut mit den Grundlagen der stochastischen Analysis.<br>Befähigung zum selbständigen Erarbeiten fortführender Literatur.<br>Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung und Implementierung numerischer Algorithmen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen und angewandten Fragestellungen mithilfe der erlernten Methoden<br>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:<br>Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, arbeiten mit wissenschaftlichen Rechnern,<br>vertiefete Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von angewandten Fragestellungen. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Numerik Stochastischer Differentialgleichungen</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 4<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0  |   |   |

**Inhalte:**

Dieses Modul führt in die Theorie der numerischen Behandlung stochastischer Differentialgleichungen ein.

Stochastische Differentialgleichungen

Zeitdiskretisierung

Fehlerabschätzungen

Implementierung numerischer Verfahren

Spektrales Galerkinverfahren für stochastische partielle DGL

Voraussetzungen: Die Vorlesung verwendet die grundlegende Theorie stochastischer Differentialgleichungen.

Zwingend notwendig ist ein gutes Grundwissen in der Wahrscheinlichkeitstheorie, stochastischen Prozessen und der Analysis.

Hilfreich, aber nicht zwingend notwendig, sind Vorkenntnisse

in gewöhnlichen Differentialgleichungen und Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, sowie Programmiererfahrung.

**Prüfung**

**Numerik Stochastischer Differentialgleichungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2100: Design Theorie</b>   |   | 3 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Dirk Hachenberger  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Es handelt sich um eine Einführung in die Design Theorie (Blockpläne) unter Betonung der algebraischen Aspekte (Symmetriegruppen) oder Auflistung von Themen.  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Anwendbarkeit algebraischer Denkweisen in einem kombinatorischen Zusammenhang.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 90 Std.<br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Gründliche Kenntnis der Linearen Algebra (insbesondere Eigenwerte, Determinanten und symmetrische Bilinearformen). Grundlagen aus der Algebra (Gruppen, Ringe, Körper).  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Moduleile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Design Theorie</b>  |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 3.0  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Es handelt sich um eine Einführung in die Design Theorie (Blockpläne) unter Betonung der algebraischen Aspekte (Symmetriegruppen) oder Auflistung von Themen<br>Voraussetzungen: Gründliche Kenntnis der Linearen Algebra (insbesondere Eigenwerte, Determinanten und symmetrische Bilinearformen). Grundlagen aus der Algebra (Gruppen, Ringe, Körper). |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Jacobs K., Jungnickel D., Einführung in die Kombinatorik, 2004, 2. Auflage, Verlag: de Gruyter   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Design Theorie</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten  |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2220: Adaptive Finite Elemente-Verfahren</b>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Martin Kronbichler  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Diese Vorlesung betrachtet fortgeschrittene Finite-Elemente-Verfahren mit folgenden Inhalten:<br>In dieser Vorlesung werden Theorie und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren betrachtet. Dies beinhaltet die folgenden Themengebiete:<br>1. Residuenbasierte und hierarchische Fehlerschätzer<br>2. Effizienz und Zuverlässigkeit von Fehlerschätzern<br>3. Implementierung adaptiver finiter Elemente mit hängenden Knoten<br>4. Dual gewichtete Residuen<br>5. Unstetige Galerkin-Verfahren (discontinuous Galerkin, DG) für Transportprobleme<br>6. DG-Verfahren für Erhaltungsgleichungen |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>In dieser Vorlesung werden Theorie, Anwendung und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren erlernt, mit einem Schwerpunkt auf A-Posteriori-Fehlerschätzer für Finite Elemente-Approximationen partieller Differentialgleichungen sowie nicht-konforme Finite-Elemente-Verfahren.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Numerik partieller Differentialgleichungen   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Adaptive Finite Elemente-Verfahren</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>In dieser Vorlesung werden Theorie, Anwendung und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren erlernt, mit einem Schwerpunkt auf A-Posteriori-Fehlerschätzer für Finite Elemente-Approximationen partieller Differentialgleichungen sowie nicht-konforme Finite-Elemente-Verfahren.  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>In dieser Vorlesung werden Theorie und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren betrachtet. Dies beinhaltet die folgenden Themengebiete:<br>1. Residuenbasierte und hierarchische Fehlerschätzer<br>2. Effizienz und Zuverlässigkeit von Fehlerschätzern<br>3. Implementierung adaptiver finiter Elemente mit hängenden Knoten<br>4. Dual gewichtete Residuen<br>5. Unstetige Galerkin-Verfahren (discontinuous Galerkin, DG) für Transportprobleme<br>6. DG-Verfahren für Erhaltungsgleichungen  |   |   |

**Literatur:**

R. Verfürth; A Posteriori Error Estimation Techniques for Finite Element Methods. Oxford University Press, Oxford, 2013

J. Hesthaven, T. Warburton; Nodal Discontinuous Galerkin Methods: Algorithms, Analysis, and Applications. Springer, New York, 2008

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Adaptive und nicht-konforme Finite Elemente-Verfahren (Numerik IV)** (Vorlesung)

In dieser Vorlesung werden Theorie und Implementierung fortgeschrittener Finite-Elemente-Verfahren betrachtet. Dies beinhaltet die folgenden Themengebiete: 1. Residuenbasierte und hierarchische Fehlerschätzer 2. Effizienz und Zuverlässigkeit von Fehlerschätzern 3. Implementierung adaptiver finiter Elemente mit hängenden Knoten 4. Dual gewichtete Residuen 5. Unstetige Galerkin-Verfahren (discontinuous Galerkin, DG) für Transportprobleme 6. DG-Verfahren für Erhaltungsgleichungen

**Prüfung**

**Adaptive Finite Elemente-Verfahren**

Modulprüfung, Der konkrete Typ der Modulprüfung (Klausur oder mündliche Prüfung oder Portfolio) wird jeweils spätestens eine Woche vor Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2260: Zufällige Markierte Punktprozesse mit Anwendungen</b><br><i>Random marked point processes with applications</i>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16 bis SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Befähigung zur Modellierung von zufälligen Punktemustern, Kennenlernen von wesentlichen Punktprozesscharakteristiken und deren statistische Analyse, Erkennen von typischen Anwendungssituationen in den Wirtschafts- und Naturwissenschaften. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <b>Modulteil: Zufällige Markierte Punktprozesse mit Anwendungen</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester<br><b>SWS:</b> 4<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0  |
| <b>Inhalte:</b><br>Math. Modell des stationären markierten Punktprozesses, Momentenmaße, Kumulantenmaße, Produktdichten, Markierungstypen, Statistische Analyse von Punktmustern, Ripley's K-Funktion, Markenkorrelationsfunktion, Poissonsche (- Cluster) Prozesse, eindimensionale Punktprozesse, Überlagerung von Punktprozessen, Wicksellsches Korpuskelproblem.<br>Voraussetzungen: Vorlesungen von Stochastik I und II, Kenntnisse über stochastische Prozesse sind nicht unbedingt erforderlich aber nützlich. |
| <b>Literatur:</b><br>S.N. Chiu, D. Stoyan, W.S. Kendall, J. Mecke: Stochastic Geometry and Its Applications, 3rd ed., Wiley, 2013<br>J. Illian, A. Penttinen, H. Stoyan, D. Stoyan: Statistical Analysis and Modelling of Spatial Point Patterns, Wiley, 2008   |

|  |
|--|
| <b>Prüfung</b><br><b>Zufällige Markierte Punktprozesse mit Anwendungen</b><br>Modulprüfung, Die Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben. |
|--|

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2300: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Funktionalanalysis</b>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Problemen in der Theorie der nichtlinearen Funktionalanalysis. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Funktionalanalysis</b>  |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> kein Typ gewählt   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   |   |   |
| <b>SWS:</b> 4   |   |   |
| <b>ECTS/LP:</b> 6.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Inhaltsübersicht als Auflistung:<br>- Abbildungsgrad<br>- Verzweigungstheorie<br>- Anwendungen<br>Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung, Funktionalanalysis.   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Ambrosetti, A., Arcoya D.:<br>An Introduction to Nonlinear Functional Analysis and Elliptic Problems<br>(Birkhäuser 2011),<br>Antman, S.:<br>Nonlinear Problems of Elasticity<br>(Springer 2005),<br>Deimling, K.:<br>Nichtlineare Gleichungen und Abbildungen<br>(Springer 1974)<br>Kielhöfer, H.: Bifurcation Theory<br>(Springer 2004)<br>Nirenberg, L.:<br>Topics in Nonlinear Functional Analysis<br>(AMS 2001) |   |   |

**Prüfung**

**Ausgewählte Kapitel der Nichtlinearen Funktionalanalysis**

Portfolioprüfung



|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2330: Ergodentheorie und zufällige Dynamische Systeme</b>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fritz Colonius  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis der Konzepte zur maßtheoretischen Analyse von dynamischen Systemen bis hin zum Multiplikativen Ergodentheorem und seinem Beweis.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Ergodentheorie und zufällige Dynamische Systeme</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br><b>SWS:</b> 4<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Das Ziel ist der Beweis des Multiplikativen Ergodentheorems (MET) für zufällige dynamische Systeme in diskreter Zeit. Es beschreibt das Stabilitätsverhalten linearer Systeme. Dafür werden Grundlagen aus der Ergodentheorie wie der Birkhoffsche Ergodensatz und der subadditive Ergodensatz sowie einige Hilfsmittel aus der Multilinearen Algebra benötigt. Diese Hilfsmittel werden in der Vorlesung entwickelt und dann zum Beweis des MET verwendet.<br>Voraussetzungen: gute Kenntnis des Lebesgue-Integrals |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>wird in der Vorlesung bekanntgegeben   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Ergodentheorie und zufällige Dynamische Systeme</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten   |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-2400: Poissonsche Keim-Korn Modelle</b><br><i>Poissonian germ-grain models</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16 bis SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Hörer sollen Modelle und Methoden kennenlernen, die zur Beschreibung und der mathematischen Behandlung porösen, irregulären Strukturen in verschiedenen Anwendungsbereichen (z.B. Materialwissenschaften) nützlich sind.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Poissonsche Keim-Korn Modelle</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester<br><b>SWS:</b> 4<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Zunächst wird eine gestraffte Einführung in die Theorie zufälliger Punktprozesse und zufälliger, abgeschlossener Mengen in euklidischen Räumen gegeben. Dann wird der homogene Poisson-Prozess als wichtigstes Modell für zufällige Punktmuster genauer untersucht. Poissonsche Keim-Korn Modelle entstehen durch Anhängen von i.i.d. zufälligen kompakten, konvexen Mengen an die Poissonpunkte. Wir untersuchen die Überlagerungen diese Mengen durch die Entwicklung geeigneter Kenngrößen, deren Formeln hergeleitet und auch statistisch ermittelt werden. Zu ihnen gehören u.a. verschiedene Kontaktverteilungen und die Euler-Poincare Charakteristik.<br>Voraussetzungen: Kenntnisse aus den Vorlesungen Lineare Algebra I, Analysis I und II, Stochastik I (mit Maß- und Integrationstheorie) |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>(Chiu,) Stoyan, Kendall and Mecke : Stochastic Geometry and Its Applications, 2nd ed. (3rd ed.) , Wiley&Sons<br>Daley and Vere-Jones: An Introduction to the Theory of Point Processes I/II, Springer (2003/2008)  |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Poissonsche Keim-Korn Modelle</b><br>Modulprüfung, Die Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.  |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2050: Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I)</b>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Peterseim   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis der grundlegenden Fragestellungen der linearen und quadratischen Programmierung sowie allgemeiner Minimierungsprobleme inkl. Algorithmik und Konvergenzanalyse; Kenntnisse der einfachsten Verfahren zur Lösung endlichdimensionaler Optimierungsprobleme, insbesondere mit Nebenbedingungen; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Programmierkenntnisse, grundlegende Kenntnisse der Numerik  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Moduleile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Numerische Verfahren der linearen und nichtlinearen Optimierung, insbesondere Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen, quadratische und sequentielle quadratische Optimierung   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Numerische Optimierungsverfahren der Wirtschaftsmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik I)</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten   |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2060: Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II)</b><br><i>Numerical methods of financial mathematics</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis der grundlegenden Fragestellungen der Finanzmathematik und der einfachsten numerischen Verfahren zur Lösung der zugrundeliegenden Probleme inkl. Algorithmik und Konvergenzanalyse; Kenntnisse der Grundlagen der Optionspreisbewertung inkl. Black-Scholes-Modell, der Monte-Carlo-Methoden, der stochastischen Differentialgleichungen und deren numerischer Lösung sowie der Finite-Differenzen-Approximationen zur Lösung parabolischer Probleme; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundlegende Kenntnisse der Numerik und der Stochastik  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Moduleile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Bewertung von Optionen, insbesondere Grundlagen der Optionsbewertung, Ito-Kalkül, Black-Scholes-Formel und Black-Scholes-Gleichungen, Monte-Carlo-Methoden und Finite-Differenzen-Verfahren   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Numerische Verfahren der Finanzmathematik (Numerische Verfahren der Wirtschaftsmathematik II)</b><br>Modulprüfung, mündliche Einzelprüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten  |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1510: Riemannsche Geometrie</b><br><i>Riemannian Geometry</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verbindung von geometrischem Denken mit analytischen Methoden, Verständnis der Zusammenhänge von lokaler und globaler Geometrie |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <p><b>Modulteil: Riemannsche Geometrie</b></p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester</p> <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>2 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p><b>SWS:</b> 6</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 9.0</p>  |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Wie sieht die Geometrie unseres Raumes aus? Euklidisch? Aber wie sollen wir wissen, ob zwei Parallelen hinter dem nächsten Busch immer noch den gleichen Abstand haben? Wie sollen wir die Geometrie im Großen, gar im Weltall, beurteilen, wo wir uns doch kaum weg von unserem Fleck Erde rühren können? Die Riemannsche Geometrie stellt einen Begriff vor, der flexibel genug ist, um eine Geometrie zu beschreiben, die lokal euklidisch aussieht, über deren globale Struktur wir aber vielleicht keine Kenntnis haben. Das Unterscheidungsmerkmal zur euklidischen Geometrie ist die Krümmung, der wichtigste Begriff dieser Theorie. Wir werden diese Geometrie im Kleinen und im Großen untersuchen. Naturgemäß werden wir dabei auch die Grundlagen von Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie behandeln, in der die Geometrie von Raum und Zeit mit der Massenverteilung im Weltall gekoppelt wird.</p> <p>Untermannigfaltigkeiten des euklidischen Raums<br/>Kovariante Ableitung (Levi-Civita-Ableitung)<br/>Krümmung<br/>Allgemeine Relativitätstheorie<br/>Geodäten im Kleinen und Großen<br/>Vollständigkeit<br/>Rolle der Krümmung für die Topologie<br/>Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie</p> |

**Literatur:**

J.-H. Eschenburg, J. Jost: Differentialgeometrie und Minimalflächen. Springer, 2007.

W. Kühnel: Differentialgeometrie. Vieweg, 1999.

S.Gallot, D.Hulin, J.Lafontaine: Riemannian Geometry. Springer, 1990.

J. Jost: Riemannian Geometry and Geometric Analysis. Springer, 2008.

M. Do Carmo: Riemannian Geometry. Birkhäuser, 1992.

D.Gromoll, W.Klingenberg, W.Meyer: Riemannsche Geometrie im Großen. Springer LN 55, 1975.

**Prüfung**

**Riemannsche Geometrie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Beschreibung:**

Prüfung findet auch im Sommersemester 2023 statt.

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1520: Differentialtopologie</b><br><i>Differential Topology</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Hanke   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Entwicklung und Schulung der geometrischen Anschauung bei gleichzeitiger Beherrschung der modernen mathematischen Sprache und Argumentationsweise. Verständnis der grundlegenden Konzepte der Differentialtopologie. Erarbeitung von Grundwissen für Spezialvorlesungen in Geometrie und Topologie.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Differentialtopologie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Diese Vorlesung widmet sich der Theorie differenzierbarer Mannigfaltigkeiten vom Standpunkt der Analysis und Topologie. Der behandelte Stoff ist fundamental für ein vertieftes Verständnis der Differentialgeometrie und globalen Analysis.<br>Differenzierbare Mannigfaltigkeiten<br>Tangentialraum<br>Flüsse<br>Blätterungen<br>Faserbündel<br>Transversalität<br>de Rham-Kohomologie<br>Chern-Weil-Theorie<br>exotische Sphären<br>Voraussetzungen: Einführung in die Geometrie |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>R. Bott, L. Tu: Differential Forms in Algebraic Topology. GTM Springer.<br>L. Conlon: Differentiable Manifolds - A First Course. Birkhäuser.<br>M. Hirsch: Differential Topology. GTM Springer.<br>J. Milnor: Topology from the Differentiable Viewpoint. Princeton University Press.   |   |   |

**Prüfung**

**Differentialtopologie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1540: Variationsrechnung</b>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Student(inn)en kennen klassische Herangehensweisen sowie moderne Zugänge zu Problemen der Variationsrechnung. Sie sind in der Lage, theoretische Modelle naturwissenschaftlicher Probleme in einfachen Fällen selbst zu formulieren, solche Modelle aber auch in komplexen Situationen zu verstehen und problemorientiert zu analysieren. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

**Modulteile****Modulteil: Variationsrechnung****Sprache:** Deutsch**Angebotshäufigkeit:** alle 4 Semester**Arbeitsaufwand:**

2 Std. Übung (Präsenzstudium)

4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)

**SWS:** 6**ECTS/LP:** 9.0**Inhalte:**

klassische Probleme der Variationsrechnung, Euler-Lagrange-Gleichungen, Funktionenräume, (semi-)konvexe Analysis, direkte Methode der Variationsrechnung, Anwendungen

Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung sowie der Grundlagen der Funktionalanalysis.

**Literatur:**

Dacorogna: Direct Methods in the Calculus of Variations. Springer.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Variationsrechnung** (Vorlesung)**Prüfung****Variationsrechnung**

Portfolioprüfung

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1550: Nichtlineare partielle Differentialgleichungen</b>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernd Schmidt  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Student(inn)en kennen moderne Zugänge zu ausgewählten Beispielklassen in der Theorie der partiellen Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, aufbauend auf den Inhalten der Vorlesung Forschungsliteratur in diesen Gebieten zu lesen und sich selbstständig in weiterführende Aspekte einzuarbeiten.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen</b>   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>SWS:</b> 6  |   |   |
| <b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Ausgewählte Aspekte der Theorie der Nichtlinearen Partiellen Differentialgleichungen<br><br>Voraussetzungen: Solide Kenntnisse der mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung, Funktionalanalysis sowie der schwachen Lösungstheorie linearer elliptischer Gleichungen.   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>* Gilbarg, D., Trudinger, N.S.: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order (Springer, 1977)<br>* Giusti, E.: Direct Methods in the Calculus of Variations (World Scientific Publishing, 2003)<br>* Giaquinta, M., Martinazzi, L.: An Introduction to the Regularity Theory for Elliptic Systems, Harmonic Maps and Minimal Graphs (Edizioni della Normale, 2012),<br>* Evans, L.C.: Partial Differential Equations (AMS, 1998),<br>* Renardy, M., Rogers, R.C.: An Introduction to Partial Differential Equations (Springer, 1993),<br>* Schweizer, B.: Partielle Differentialgleichungen (Springer, 2013) |   |   |
| <b>Prüfung</b>   |   |   |
| <b>Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen</b><br>Portfolioprüfung  |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1560: Stochastische Differentialgleichungen</b><br><i>Stochastic Differential Equations</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene der stochastischen Analysis insbesondere der stochastischen Differentialgleichungen.<br>Befähigung zum selbständigen Erarbeiten fortführender Literatur für Anwendungen im Bereich Finanzmathematik und stochastischer Dynamik,<br>Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten Methoden<br>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:<br>Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken, vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 6. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Moduleile</b>  |   |   |
| <b>Moduleil: Stochastische Differentialgleichungen</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Dirk Blömker<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |

**Inhalte:**

Dieses Modul führt in die Theorie der stochastischen Differentialgleichungen ein.

Ito-Formel

Ito-Isometrie

Ito-Integral

Martingale

Brownsche Bewegung

Existenz-und Eindeigkeitssatz

Diffusionsprozesse

partielle Differentialgleichungen

Black-Scholes Formel

Optionspreisbewertung

Voraussetzungen: Notwendig ist ein gutes Grundwissen in der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Analysis.

Hilfreich, aber nicht zwingend notwendig, sind Vorkenntnisse in gewöhnlichen Differentialgleichungen und stochastischen Prozessen.

**Literatur:**

Oksendal: Stochastic Differential Equations. Springer.

Karatzas Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus. Springer.

Evans: An Introduction to Stochastic Differential Equations.

Steele: Stochastic Calculus and Financial Applications. Springer.

**Prüfung**

**Stochastische Differentialgleichungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1570: Dynamische Systeme</b><br><i>Dynamical Systems</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Dirk Blömker  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>siehe Modulteil Lehrveranstaltung  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Phänomene im Bereich Dynamischer Systeme.<br>Befähigung zum selbständigen Erarbeiten fortführender Literatur,<br>Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen,<br>Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen mithilfe der erlernten Methoden<br>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:<br>Eigenständiges Arbeiten mit (englischsprachiger) wissenschaftlicher Literatur, wissenschaftliches Denken,<br>vertiefte Kompetenzen in der selbständigen Bearbeitung von Problemstellungen, Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von theoretischen Fragestellungen. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Gute Kenntnisse in Linearer Algebra und Analysis. Grundkenntnisse in Funktionalanalysis und Differentialgleichungen sind hilfreich   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Dynamische Systeme</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0 |
| <b>Inhalte:</b><br>unter anderem: dynamische Systeme (zufällig und nicht-autonom), Attraktoren, Halbflüsse, Markov Halbgruppen, invariante Maße, iterierte Abbildungen, Chaos  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Dynamische Systeme</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1580: Kontrolltheorie</b>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.2.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tatjana Stykel  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Förderung von abstraktem Denken, Anwenden analytischer und geometrischer Methoden im Anwendungszusammenhang. Die Studenten sollen in einem mathematisch relativ einfachen, linearen Kontext die grundlegenden Fragestellungen der Kontrolltheorie und Konzepte zu deren Lösung lernen. Ferner sollen sie die Befähigung zum selbständigen Erarbeiten der aktuellen Forschungsliteratur erwerben. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <b>Modulteil: Kontrolltheorie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |
| <b>Inhalte:</b><br>Dieses Modul führt in die mathematische Kontrolltheorie ein. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Steuerungssysteme</li> <li>• Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit</li> <li>• Rekonstruierbarkeit und Beobachtbarkeit</li> <li>• Stabilität</li> <li>• Stabilisierbarkeit und Entdeckbarkeit</li> <li>• Polvorgabe</li> <li>• Linear-quadratisches Optimierungsproblem</li> </ul> Voraussetzungen: Kenntnisse in Analysis auf endlich dimensionalen Räumen, gewöhnliche Differentialgleichungen, Numerik |
| <b>Literatur:</b><br>Knobloch, H.W., Kwakernaak, H. Lineare Kontrolltheorie. Springer, 1985<br>Sontag, E.: Mathematical Control Theory. Springer, 1998.<br>Hinrichsen, D., Pritchard, A.J.: Mathematical Systems Theory I. Springer, 2005.  |

**Prüfung**

**Kontrolltheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1590: Numerik partieller Differentialgleichungen</b><br><i>Numerical analysis of partial differential equations</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.1.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis der Finite-Differenzen-Methode sowie der Ideen der Finite-Elemente-Methode im allgemeinen und Konstruktion der Lagrange-Elemente bzgl. simplizialen Triangulierungen und a posteriori Fehlerschätzung für elliptische Probleme im speziellen; Konvergenzaussagen, Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Empfohlen: Analysis (insb. Funktionalanalysis), Einführung in die Numerik, Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Numerik partieller Differentialgleichungen</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Malte Peter<br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Es werden die Grundlagen der Standardmethoden zur numerischen Lösung partieller Differentialgleichungen behandelt.<br><br>Finite-Differenzen-Methode auf rechteckigen und nicht rechteckigen Gebieten<br>Finite-Elemente-Methode inkl. Triangulierung<br>Lagrange-Elemente<br>Adaptivität für elliptische Probleme   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Grossmann, C., Ross, H.-G.: Numerische Behandlung partieller Differentialgleichungen. Teubner, 2005 .<br>Hackbusch: Theorie und Numerik elliptischer Differentialgleichungen. Springer. 2010   |   |   |



**Prüfung**

**Numerik partieller Differentialgleichungen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul MTH-1600: Multiskalenmethoden</b><br><i>Multiscale methods</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.1.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Tieferes Verständnis der Finite-Elemente-Methode in ihren wichtigsten Ausprägungen; Zusammenhänge sowie Vor- und Nachteile der Methoden, auch in Hinblick auf die Anwendung auf konkrete Probleme; Verständnis der Mehrskalenproblematik sowie grundlegender Lösungsansätze; Komplexe Algorithmik; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.                               |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Multiskalenmethoden</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Aufbauend auf grundlegende Inhalte der Module Numerik partieller Differentialgleichungen bzw. Methoden der finiten Elemente werden weiterführende Aspekte der Finite-Elemente-Methode behandelt, insbesondere im Hinblick auf Multiskalenprobleme.<br>Finite-Elemente-Methode und parabolische Gleichungen<br>Discontinuous Galerkin Method<br>Einführung in Multiskalenprobleme<br>Multiskalen-Finite-Elemente-Methode<br>Voraussetzungen: Es wird empfohlen, die mit dem erfolgreichen Absolvieren einer der Module "Numerik partieller Differentialgleichungen" oder "Finite Elemente Methoden" einhergehenden Kompetenzen erworben zu haben. |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>C. Grossmann, H.-G. Roos: Numerische Behandlung partieller Differentialgleichungen. Teubner.<br>Y. Efendiev, T. Y. Hou: Multiscale Finite Element Methods. Springer.   |   |   |

---

**Prüfung**

**Multiskalenmethoden**

Modulprüfung, mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1610: Mathematische Modellierung</b><br><i>Mathematical modelling</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.1.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Malte Peter  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständis der Abbildung realer Prozesse in mathematische Strukturen; integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, numerische Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen, dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Mathematische Modellierung</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br><b>SWS:</b> 6   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Mathematische Modellierung</b> (Vorlesung + Übung)<br>Mathematical modelling is the process of transferring a real world system into a mathematical formulation (e.g. an ordinary or partial differential equation) , whose analytical and numerical analysis allows to draw conclusions for the original system of application. Such mathematical models are often used in the natural sciences, engineering sciences, social sciences, economics or medicine. In this lecture, we focus on the derivation of suitable models, in particular in the context of continuum mechanics. |

|  |
|--|
| <b>Prüfung</b><br><b>Mathematische Modellierung</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten |
|--|

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1620: Kombinatorische Optimierung (Optimierung III)</b><br><i>Combinatorial Optimization</i>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 3.0.0 (seit SoSe21)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Mirjam Dür  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Modul Einführung in die Optimierung (Optimierung I) (MTH-1140) - empfohlen<br>Modul Nichtlineare und kombinatorische Optimierung (Optimierung II) (MTH-1200) - empfohlen  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Kombinatorische Optimierung (Optimierung III)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>In dieser Vorlesung geht es um folgende Themen der diskreten Optimierung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexität und Algorithmen</li> <li>• Matchings</li> <li>• Flüsse und Netzwerke</li> <li>• Kostenminimale Flüsse</li> <li>• Approximationsalgorithmen</li> </ul>  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Kombinatorische Optimierung - Optimierung III</b> (Vorlesung + Übung)<br>In dieser Vorlesung geht es um die Optimierung diskreter Strukturen unter dem Schlagwort Kombinatorische Optimierung: vor allem Optimierung auf Graphen. Inhaltsübersicht als Auflistung • Komplexität von Problemen und Algorithmen • Bäume und Wälder (im Rückblick auf Optimierung II) • Kürzeste Wege (im Rückblick auf Optimierung II) • Flüsse und Netzwerke • Packungsprobleme • Rundreiseprobleme • Ganzzahlige Optimierung |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Kombinatorische Optimierung (Optimierung III)</b><br>Klausur / Prüfungsdauer: 180 Minuten<br><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br>wenn LV angeboten  |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1670: Stochastische Prozesse (Stochastik IV)</b><br><i>Probability IV</i>   |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.2.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Stefan Großkinsky  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden sollen die nötigen mathematischen Konzepte zur Beschreibung zufälliger, zeitabhängiger Prozesse verstehen und mit ihnen umgehen können. Darüber hinaus sollen sie wichtige Beweiskonzepte und Konstruktionen aus dem Bereich der stochastischen Prozesse beherrschen.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Lineare Algebra I<br>Analysis I<br>Analysis II<br>Einführung in die Stochastik (Stochastik I)<br>Einführung in die mathematische Statistik (Stochastik II)  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Stochastische Prozesse (Stochastik IV)</b><br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes 3. Semester<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Es werden folgende Kernthemen behandelt:<br>1. Strenge Einführung des Begriffs "Stochastischer Prozess" und "Stochastisches Feld" mit Beispielen.<br>2. Pfadigenschaften der Stochastischen Prozesse.<br>3. Gaußsche Prozesse, Lévy-Prozesse.<br>4. Brownsche Bewegung und ihre Eigenschaften.<br>5. Poisson-Prozess.<br>6. Irrfahrten und Konvergenz gegen Brownsche Bewegung. |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Stochastische Prozesse (Stochastik IV)</b> (Vorlesung + Übung)   |   |   |

**Prüfung**

**Stochastische Prozesse (Stochastik IV)**

Portfolioprüfung, Die genaue Prüfungsform wird in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-1920: Nichtlineare Kontrolltheorie</b>  |   | 9 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fritz Colonius   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Vertiefte Einsicht in die geometrische Interpretation von kontrolltheoretischen Objekten und Konzepten, die hier nichtlinearen Charakter haben und differentialgeometrische Methoden erfordern. Die Studenten sollen in die Lage versetzt werden, diese Strukturen im Anwendungszusammenhang (hier. in der Regelungstheorie) selbständig zu erkennen und die in der Veranstaltung behandelten Methoden einzusetzen. Darüber hinaus sollen sie in die Lage versetzt werden., aktuelle Forschungsliteratur selbständig zu erarbeiten. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.<br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Nichtlineare Kontrolltheorie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester<br><b>Arbeitsaufwand:</b><br>2 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>4 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0 |
| <b>Inhalte:</b><br>Dieses Modul bietet eine Einführung in die Theorie Nichtlinearer Kontrollsysteme<br>Akzessibilität und Lie-algebraische Bedingungen<br>Kontrollmengen<br>Beziehungen zur Theorie dynamischer Systeme<br>Voraussetzungen:                    |
| <b>Literatur:</b><br>Sastry: Nonlinear Systems. Springer.<br>Jurdjevic: Geometric Control Theory. Cambridge.<br>Coron: Control and Nonlinearity. American Mathematical Society.  |

|  |
|--|
| <b>Prüfung</b><br><b>Nichtlineare Kontrolltheorie</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten |
|--|



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul MTH-2250: Symplectic Geometry</b><br><i>Symplectic Geometry</i>   |   | 9 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Kai Cieliebak  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Learning about techniques of symplectic geometry and their applications in the theory of classical mechanical systems.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 270 Std.   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung. |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester           |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig        |   |
| <b>Moduleile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Symplectic Geometry and Hamiltonian Dynamics</b><br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>SWS:</b> 6<br><b>ECTS/LP:</b> 9.0   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>This course is an introduction to symplectic techniques in the theory of Hamiltonian systems. It covers the following topics: Hamilton's equations, symplectic manifolds, symmetries and Noether's theorem, symplectic reduction, rigid bodies, integrable systems, stability and the KAM theorem, chaos, applications to celestial mechanics, fluid dynamics, and quantum mechanics.<br>Voraussetzungen: Basic differential geometry (manifolds, differential forms) |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>V.I.Arnold, Mathematical Methods of Classical Mechanics (Springer)<br>H.Hofer and E.Zehnder, Symplectic Invariants and Hamiltonian Dynamics (Birkhaeuser)   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Symplectic Geometry and Hamiltonian Dynamics</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten   |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul WIW-5006: Computational Macroeconomics</b><br><i>Computational Macroeconomics</i>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 4.3.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Alfred Maußner  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die drei grundlegenden dynamischen Modelle der Makroökonomik, das Solow Modell, das Generationenmodell und das Ramsey Modell,</li> <li>• wissen, für welche Fragestellungen aus den Bereichen Wirtschaftswachstum, Konjunktur und Demographie sich diese Modell eignen</li> <li>• und welche Rolle die Lucas-Kritik für die Formulierung makroökonomischer Modelle spielt.</li> </ul> <b>Methodische Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden sind in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache dynamische, stochastische allgemeine Gleichgewichtsmodelle vom Ramsey-Typ zu formulieren,</li> <li>• diese mit Hilfe geeigneter Computersoftware zu lösen und zu simulieren</li> <li>• und die so gewonnenen Ergebnisse ökonomisch zu interpretieren.</li> </ul> <b>Fachübergreifende Kompetenz und Schlüsselqualifikation:</b><br>Die Studierenden lernen Werkzeuge kennen und einzusetzen, mit deren Hilfe im Sinne der Lucas Kritik konsistente Wirkungsanalysen staatlicher Wirtschaftspolitik möglich sind. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>40 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>35 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>33 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Kenntnis des AS-AD-Modells.  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Hausarbeit       |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 3.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Computational Macroeconomics (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 3   |   |   |

**Literatur:**

- Acemoglu, D., Introduction to Modern Economic Growth, Princeton University Press, Princeton 2009.
- Gali, J., Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle, Princeton University Press, Princeton und Oxford 2008.
- Heer, B. und A. Maußner, Dynamic General Equilibrium Modeling, 2nd Ed., Springer: Berlin 2009.
- Ljungqvist, L. und Th. J. Sargent, Recursive Macroeconomics, 2nd Ed., MIT Press, Cambridge MA und London 2004.
- McCandless, G., The ABCs of RBCs, Harvard University Press, Cambridge, MA und London 2008.
- Stachurski, J., Economic Dynamics, Theory and Computation, MIT Press, Cambridge, MA und London 2009.

**Modulteil: Computational Macroeconomics (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 1

**Prüfung**

**Computational Macroeconomics**

Hausarbeit/Seminararbeit

**Beschreibung:**

jedes Semester

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul WIW-5072: Supply Chain Management I</b><br><i>Supply Chain Management I</i>  |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 4.5.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Axel Tuma   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach einer erfolgreichen Teilnahme besitzen die Studierenden fundierte Kenntnisse des Supply Chain Managements (SCM). Sie verstehen inwieweit verschiedene Entscheidungen des SCM die Wettbewerbsfähigkeit produzierender Unternehmen beeinflussen und können verschiedene Methoden zur Entscheidungsfindung anwenden. Durch die Anwendung allgemeingültiger und problemspezifischer Planungs- und Entscheidungsprozesse und -methoden sind die Studierenden einerseits in der Lage die Planungsaufgaben Supply Chain Netzwerkplanung, Strukturierung der Produktionspotentiale und Bestandsmanagement zu analysieren und zu strukturieren, andererseits besitzen sie Kenntnisse über verschiedene Methoden des Operations Research zur Bewältigung dieser Aufgaben. Durch die tiefgreifende Betrachtung der komplexen Interdependenzen zwischen den Planungsaufgaben und deren Einflussfaktoren sowie die vielfältigen erlernten Methoden, erlangen die Studierenden die Fähigkeit auf zukünftige, immer komplexer werdende Anforderungen in der betrieblichen Praxis flexibel und effizient zu reagieren und diese Herausforderungen auch als Chance zu begreifen. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>32 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>46 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundlegende Kenntnisse aus den Bereichen Produktion und Logistik.<br>Weiterführende Kenntnisse des Operations Research und insbesondere der mathematischen Optimierung (u.a. Lineare Programmierung).   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>schriftliche Prüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 3.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Supply Chain Management I (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Chopra, S; Meindl P. (2010): Supply Chain Management, Fourth Edition, New Jersey: Pearson Education.<br>Christopher, Martin (2005): Logistics and supply chain management, creating value-adding networks. 3rd ed., Harlow: Financial Times Prantice Hall<br>Keeney, Ralph L.; Meyer, Richard F.; Raiffa, Howard (1993): Decisions with multiple objectives. Preferences and value tradeoffs. Cambridge: Cambridge University Press.<br>Pidd, Michael (2009): Tools for thinking. Modelling in management science. 3rd ed. Chichester: Wiley.<br>Stadtler, H.; Kilger, C. (Editors): Supply Chain Management and Advanced Planning, Fourth Edition, Springer, 2008.  |   |   |

**Modulteil: Supply Chain Management I (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Supply Chain Management I**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

schriftliche Prüfung

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul WIW-5138: Advanced Services Marketing</b><br><i>Advanced Services Marketing</i>   |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 4.1.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Paul   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>After the successful participation in this module, students are able to understand important concepts, theories, and methods of services marketing. In particular, they understand the management of people involved in service delivery (i.e., frontline employees and customers) and experimentation in services marketing. Students apply the concepts and theories to reflect and discuss case studies and research findings, generate ideas for research, and develop experimental research designs. They can apply their knowledge on research designs to any topic where experimentation is applicable. Overall, students are able to critically analyze and evaluate phenomena at the service employee-customer interface and to create solutions for business and research problems in a largely autonomous way. They are able to exchange their ideas with experts and others on an academic level. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>26 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>84 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>16 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)<br>12 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Basic methodological skills and basic knowledge of marketing (e.g., descriptive and inductive statistics, ANOVA, regression analysis, marketing research, services marketing).  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Passing the module examination |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 3.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester               |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Advanced Services Marketing (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 2   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Bordoloi, Sanjeev, James A. Fitzsimmons, and Mona J. Fitzsimmons (2019), Service Management: Operations, Strategy, and Information Technology, 9th ed., NY: McGraw-Hill.<br>Shadish, William R., Thomas D. Cook, and Donald T. Campbell (2002), Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference, 1st ed., Boston: Houghton Mifflin.<br>Zeithaml, Valerie M., Mary Jo Bitner, and Dwayne D. Gremler (2020), Services Marketing - Integrating Customer Focus across the Firm, 4th ed., London: McGraw-Hill.  |   |   |
| <b>Modulteil: Advanced Services Marketing (Übung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 2   |   |   |

**Prüfung**

**Advanced Services Marketing**

Klausur

**Beschreibung:**

every semester

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul WIW-5163: Finanzwissenschaftliche Steuerlehre</b><br><i>Public Economics: Taxation</i>  |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 3.1.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Burkhard Heer  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die Einnahmenpolitik des Staates und seine Auswirkungen auf Effizienz, Allokation und Wohlfahrt zu beschreiben. Sie verstehen, wie fiskalische Maßnahmen das Verhalten der Haushalte und Unternehmen beeinflussen. Die in der Veranstaltung entwickelten theoretischen Modelle können die Studierenden kritisch beurteilen, sie gemäß den jeweils getroffenen Modellannahmen richtig anwenden und mittels ihnen auch steuerpolitische Maßnahmen eigenständig analysieren und hinsichtlich ihre dynamischen und intra- sowie intertemporalen Effekte bewerten. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>48 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Mikroökonomik, insb. die Konsumententheorie (Indirekte Nutzenfunktion, Ausgabenfunktion, Dualität, Slutsky-Zerlegung)<br><br>Grundkenntnisse Analysis (Partielle und totale Differentiation, Optimierung unter Nebenbedingung, Enveloppen-Theorem)<br><br>Makroökonomik, insb. das Ramsey-Modell  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>schriftliche Prüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 3.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Finanzwissenschaftliche Steuerlehre (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 3  |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Keuschnigg, C., 2005, Öffentliche Finanzen: Einnahmenpolitik, Mohr Siebeck.<br><br>Rosen, H., and T. Gayer, 2009, Public Finance, 9e, Irwin/McGraw Hill.<br><br>Stiglitz, J., 2000, Economics of the Public Sector, W.W. Norton.<br><br>Varian, H., 2010, Intermediate Microeconomics, 8th ed., W.W. Norton.<br><br>Heer, B., Public Economics – A Macroeconomic Perspective, Skript, mimeo.<br><br>Hindriks, J., Myles, G.D., 2006, Intermediate Public Economics, MIT Press.  |   |   |
| <b>Modulteil: Finanzwissenschaftliche Steuerlehre (Übung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 1  |   |   |



**Prüfung**

**Finanzwissenschaftliche Steuerlehre**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul WIW-5177: Controlling</b><br><i>Controlling</i>  |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 2.4.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jennifer Kunz  |   |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, fortgeschrittene Methoden des Controllings zu verstehen und diese anzuwenden. Darüber hinaus erhalten sie Einblicke in das nachhaltigkeitsorientierte Controlling und das Projektcontrolling. Ferner sind die Studierenden in der Lage unterschiedliche Aspekte ethischer Unternehmensführung zu analysieren. Neben einer praxisorientierten Sicht vermittelt die Veranstaltung auch Einblicke in die Controllingforschung.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen</b></p> <p>Studierende lernen durch die erfolgreiche Teilnahme an dieser Veranstaltung die Bezüge zwischen Controlling und anderen Teildisziplinen sowie die in diesem Zusammenhang notwendigen Methoden und Instrumente kennen und diese umzusetzen.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen</b></p> <p>Zentrales Merkmal des Controllings ist seine enge Verzahnung mit anderen betriebswirtschaftlichen Funktionen und seine breite Anwendung in unterschiedlichen Kontexten. Die Studierenden sind nach Abschluss der Veranstaltung befähigt diese Vielfalt zu verstehen und ihre Konsequenzen korrekt zu interpretieren.</p> <p><b>Schlüsselkompetenzen</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage Methoden des Controllings und der ethischen Unternehmensführung zu analysieren.</p> |   |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p> <p>28 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>  |   |  |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Die Teilnehmer sollten eine Veranstaltung besucht haben, in der die Kosten- und Leistungsrechnung vermittelt wird, sowie eine Veranstaltung, in der sie die Grundlagen des Controllings kennengelernt haben.</p>  |   | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>schriftliche Prüfung</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p>  | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.</p>         | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>            |
| <p><b>SWS:</b> 4</p>  | <p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p> |  |
| <p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Controlling (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>SWS:</b> 2</p>   |   |  |

**Literatur:**

Fischer, T. M., Möller, K. & Schultze, W. (2015). Controlling: Grundlage, Instrumente und Entwicklungsperspektiven, 2. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Jung, H. (2014). Controlling, 4. Auflage. München: Oldenbourg.

Weber, J. & Schäffer, U. (2020). Einführung in das Controlling, 16. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Controlling (Vorlesung)** (Vorlesung)

1 Grundlagen des Controlling 2 Produktions-Controlling 3 Beschaffungs- und Logistik-Controlling 4 Marketing- und Personal-Controlling 5 Projekt-Controlling 6 Wertorientiertes Controlling 7 CSR und nachhaltigkeitsorientiertes Controlling

**Modulteil: Controlling (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Controlling (Übung)** (Übung)

1 Grundlagen des Controlling 2 Produktions-Controlling 3 Beschaffungs- und Logistik-Controlling 4 Marketing- und Personal-Controlling 5 Projekt-Controlling 6 Wertorientiertes Controlling 7 CSR und nachhaltigkeitsorientiertes Controlling

**Prüfung**

**Controlling**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul WIW-5191: Behavioural Controlling</b><br><i>Behavioural Controlling</i>   |  | 6 ECTS/LP  |
| Version 2.5.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jennifer Kunz   |  |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, verhaltenswissenschaftliche Theorien und Methoden zu verstehen, kritisch zu evaluieren und auf controllingbezogene Situationen in Unternehmen anzuwenden.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen</b></p> <p>Kern des Controlling ist die Unterstützung von Entscheidungsträgern bei der effizienten und effektiven Steuerung von Unternehmen. Hierzu sind eine effektive Vermittlung von Informationen und die zielführende Gestaltung von Mechanismen der Verhaltenssteuerung von entscheidender Bedeutung. Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, diesen Anforderungen gerecht zu werden, da sie über fundierte Kenntnisse zu betriebswirtschaftlichen Steuerungskonzepten verfügen und Defizite in menschlichen Entscheidungsprozessen erkennen sowie diese beheben können. Entsprechend sind sie auch in der Lage, solche Konzepte zu entwickeln und zu bewerten.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden entwickeln durch die Diskussion und kritische Betrachtung von Konzepten aus u. a. der Psychologie im Controllingkontext ein interdisziplinäres und kritisches Verständnis und sind in der Lage ihre erworbenen Kenntnisse auf unterschiedlichste Kontexte zu übertragen.</p> <p><b>Schlüsselkompetenzen</b></p> <p>Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme durch Diskussionen und einer Vertiefung im Rahmen von Fallstudien, Übungen und Experimenten in der Lage verhaltenswissenschaftliche Probleme zu analysieren.</p> |  |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p> <p>28 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p>   |  |  |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Kenntnisse aus den Veranstaltungen Kostenrechnung und Grundlagen des Controllings</p>  |  | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>schriftliche Prüfung</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p>   | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p> <p>ab dem 4.</p>         | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b></p> <p>1 Semester</p>     |
| <p><b>SWS:</b></p> <p>4</p>  | <p><b>Wiederholbarkeit:</b></p> <p>siehe PO des Studiengangs</p> |  |
| <p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Behavioural Controlling (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>SWS:</b> 2</p>  |  |  |

**Literatur:**

Birnberg, J. G., (2011). A Proposed Framework for Behavioral Accounting Research. Behavioral Research in Accounting, Jg. 23, 1-43.

Schulz von Thun, F. (2014). Miteinander reden 1: Störungen und Klärungen. Allgemeine Psychologie der Kommunikation, 51. Auflage. Reinbeck: Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Weber, J. & Schäffer, U. (2020). Einführung in das Controlling, 16. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Behavioural Controlling (Vorlesung)** (Vorlesung)

1 Einführung 2 Informationswahrnehmung und -verarbeitung im Controllingkontext 3 Umgang mit Risiken im betrieblichen Kontext 4 Motivation und Anreizsysteme 5 Kommunikation und Konfliktbewältigung im Controllingkontext 6 Experimentelle Forschung

**Modulteil: Behavioural Controlling (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Behavioural Controlling (Übung)** (Übung)

1 Einführung 2 Informationswahrnehmung und -verarbeitung im Controllingkontext 3 Umgang mit Risiken im betrieblichen Kontext 4 Motivation und Anreizsysteme 5 Kommunikation und Konfliktbewältigung im Controllingkontext 6 Experimentelle Forschung

**Prüfung**

**Behavioural Controlling**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

schriftliche Prüfung

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Modul WIW-5223: Decision Optimization</b><br><i>Decision Optimization</i>   |  | 6 ECTS/LP   |
| Version 1.3.0 (seit WS17/18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Klein   |  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Unter dem Begriff Decision Optimization wird die Lösung betriebswirtschaftlicher Entscheidungsprobleme durch die Formulierung von Optimierungsmodellen und die Anwendung mathematischer Verfahren zusammengefasst. Nach der erfolgreichen Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, in Abhängigkeit eines konkreten Entscheidungsproblems geeignete Optimierungsmodelle gezielt und eigenständig zu formulieren. Des Weiteren sind sie imstande, passende Methoden zur Lösung der Modelle zu identifizieren und umzusetzen. In diesem Zuge erwerben sie auch die Fähigkeit, Einsatzmöglichkeiten von Standardsoftware problembezogen zu beurteilen. |  |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>63 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>63 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>12 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |  |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundlegende Kenntnisse in mathematischer Modellierung und linearer/ ganzzahliger Optimierung   |  | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>schriftliche Prüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester        |
| <b>SWS:</b> 4  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |  |   |
| <b>Modulteil: Decision Optimization (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |  |   |
| <b>Literatur:</b><br>Domschke, W.; A. Drexl, R. Klein und A. Scholl (2015): Einführung in Operations Research. 9. Aufl., Springer-Verlag, Berlin.<br>Domschke, W.; A. Drexl, R. Klein, A. Scholl und S. Voß (2015): Übungen und Fallbeispiele zum Operations Research. 8. Aufl., Springer-Verlag, Berlin.<br>Klein, R. und A. Scholl (2011): Planung und Entscheidung - Konzepte, Modelle und Methoden einer modernen betriebswirtschaftlichen Entscheidungsanalyse. 2. Aufl., Vahlen, München.  |  |   |
| <b>Modulteil: Decision Optimization (Übung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |  |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Decision Optimization</b><br>Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten<br><b>Beschreibung:</b><br>jedes Semester  |  |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul WIW-5224: Analytics &amp; Optimization: Methods &amp; Software</b><br><i>Analytics &amp; Optimization: Methods &amp; Software</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS17/18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Klein   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach der erfolgreichen Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, weiterführende Optimierungsmethoden des zu bearbeitenden Themenbereichs zu verstehen und auf praktische Fragestellungen anzuwenden. Die untersuchten Fragestellungen stammen u. a. aus folgenden Bereichen: Pricing & Revenue Management, Urban Mobility & Logistics und Retail Operations. Durch die Arbeit mit relevanter Fachliteratur und die Umsetzung der Methoden mit Standardsoftware (z. B. Python und Gurobi) sind die Teilnehmer zudem imstande, Verfahren in Bezug auf ihre Anwendungsmöglichkeiten in der Praxis zu beurteilen und anzuwenden. Die abschließende Präsentation versetzt die Studierenden in die Lage, ihre Ergebnisse strukturiert zu erläutern, begründet Stellung zu nehmen und die gezogenen Schlüsse zu diskutieren. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>70 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)<br>28 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundlegende Kenntnisse in mathematischer Modellierung und linearer (ganzzahliger) Optimierung  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Analytics &amp; Optimization: Methods &amp; Software</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 4  |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.   |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Analytics &amp; Optimization: Methods &amp; Software</b> (Seminar)<br>In diesem Seminar beschäftigen sich Studierende mit Modellen und Lösungsverfahren fundamentaler Optimierungsprobleme aus dem „Operations Research“. Unter Rückgriff auf vom Lehrstuhl zur Verfügung gestellter Basisliteratur recherchieren die Studierenden gegebenenfalls weitere relevante Publikationen. Sie bereiten ausgewählte Modelle / Methoden anhand eigener Beispiele didaktisch auf und setzen diese unter Einsatz der Programmiersprache Python im Rahmen von Jupyter Notebooks um.  |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Analytics &amp; Optimization: Methods &amp; Software</b><br>Seminararbeit<br><b>Beschreibung:</b><br>jedes Semester   |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul WIW-5227: Revenue Management</b><br><i>Revenue Management</i>   |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 1.3.0 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Klein  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Das Revenue Management repräsentiert ein Konzept zur erlösorientierten Gestaltung von Absatzprozessen, das seine Ursprünge im Luftverkehr hat und zahlreiche Anwendungsfelder in anderen Dienstleistungsbranchen und in der Sachgüterindustrie besitzt.<br><br>Nach der erfolgreichen Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, Absatzprozesse im Rahmen des Revenue Managements, aber auch des eng verwandten Dynamic Pricing mathematisch zu erfassen und darauf aufbauend stochastische, dynamische Optimierungsmodelle zur erlösoptimalen Steuerung der Prozesse zu formulieren und zu lösen. Des Weiteren sind sie imstande, fortgeschrittene Modelle (z.B. komplexes Kundenwahlverhalten, Berücksichtigung von Risiko) hinsichtlich ihrer Eignung für spezifische Anwendungssituationen zu beurteilen und ggf. anzuwenden. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>63 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>12 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>63 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundlegende Kenntnisse in mathematischer Modellierung und linearer Optimierung   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>schriftliche Prüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Revenue Management (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Klein, R. und C. Steinhardt (2008): Revenue Management- Grundlagen und Mathematische Methoden. Springer, Berlin.<br><br>Talluri, K.T. und G.J. van Ryzin (2004): The Theory and Practice of Revenue Management. Springer, New York.<br><br>Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.   |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Revenue Management (Vorlesung)</b> (Vorlesung)<br>1. Grundlagen des Revenue Managements - Einführung in das Revenue Management - Komponenten des Revenue Managements 2. Kapazitätssteuerung - Grundlagen der Steuerung bei Einzelflügen/in Flugnetzen - Fortgeschrittene Ansätze - Berücksichtigung von Kundenwahlverhalten - Aktuelle Forschungsthemen (z.B. Berücksichtigung von Risiko) 3. Sortimentoptimierung - Sortimentoptimierung unter dem Multinomialen Logit-Modell - Einbindung praxisrelevanter Restriktionen 4. Dynamic Pricing - Grundlagen des Dynamic Pricing - Modelle und Verfahren des Dynamic Pricing   |   |   |



**Modulteil: Revenue Management (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Revenue Management (Übung)** (Übung)

**Prüfung**

**Revenue Management**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul WIW-5232: Analytics &amp; Optimization: Applications</b><br><i>Analytics &amp; Optimization: Applications</i>   |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 1.4.0 (seit WS17/18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Klein   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, grundlegende und weiterführende Optimierungsmodelle des zu bearbeitenden Themenbereichs zu verstehen. Die untersuchten Fragestellungen stammen u. a. aus folgenden Bereichen: Pricing & Revenue Management, Urban Mobility & Logistics und Retail Operations. Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, bestehende Publikationen in Bezug auf das eigene Thema zu recherchieren und zu bewerten. Durch die Arbeit mit relevanter Fachliteratur sind die Teilnehmer imstande, Verfahren zur Lösung der betrachteten Modelle zu beurteilen und anzuwenden. Die Anfertigung einer schriftlichen Ausarbeitung sowie die abschließende Präsentation versetzt die Studierenden in die Lage, ihre Ergebnisse strukturiert zu erläutern, begründet Stellung zu nehmen und die gezogenen Schlüsse zu diskutieren. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br>70 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)<br>28 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundlegende Kenntnisse in mathematischer Modellierung und linearer (ganzzahliger) Optimierung  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Seminararbeit und Präsentation |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> einmalig SoSe   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester               |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <b>Modulteil: Analytics &amp; Optimization: Applications</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 4   |
| <b>Literatur:</b><br>Wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Analytics &amp; Optimization: Applications</b><br>Kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung<br><b>Beschreibung:</b><br>einmalig |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul WIW-5259: Projekt: Data Science</b><br><i>Project Data Science</i>   |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 1.1.0 (seit SoSe20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Yarema Okhrin  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b><br>Die Veranstaltung hat zum Ziel, Studierende bestmöglich an die Herausforderungen der datengetriebenen Arbeitswelt durch realitätsnahe Projektstudien im Team heranzuführen.<br>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul können die Studierenden in wissenschaftlichen Publikationen veröffentlichte quantitative Modelle in ausgewählten Teilaspekten verstehen und kritisch hinterfragen. Sie sind in der Lage, eigenständig Methoden der quantitativen Modellierung u. A. in den Bereichen der Data Science und des Risiko- und Portfoliomanagements auf ausgewählte Fragestellungen einzusetzen. Zudem sind sie in der Lage, empirische Forschungsfragestellungen inhaltlich zu verstehen, zu analysieren und ggf. selbst empirisch nachzuvollziehen. Zudem erlernen die Studierenden das Erstellen eines wissenschaftlichen Vortrags im Team und sind durch erfolgreiche Teilnahme am Projektstudium in der Lage, wissenschaftliche Publikationen zu verstehen und ihre Ergebnisse einem Publikum verständlich zu präsentieren.<br><b>Methodische Kompetenzen:</b><br>Durch die Arbeit an den Projekten sind Studierende nach erfolgreicher Teilnahme in der Lage, quantitative Methoden zu verstehen, zu hinterfragen und selbst empirisch auf Teilfragestellungen anzuwenden.<br><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden erlernen die Grundsätze wissenschaftlichen Arbeitens durch die kritische Auseinandersetzung mit ausgewählter wissenschaftlicher Literatur. Durch das Verfassen der eigenen Präsentation im Team vertiefen die Studierenden einerseits das eigenständige wissenschaftliche Arbeiten und wenden dieses Wissen bei der kritischen Reflektion der wissenschaftlichen Literatur sowie der Aufbereitung der eigenen Untersuchungsergebnisse erfolgreich an. Zudem stärken die Studierenden durch die Erstellung eines gemeinsamen Projekts Softskills im Bereich der Teamarbeit und sind anschließend in der Lage, die spezifischen Herausforderungen der Arbeit im Team zu verstehen und zu strukturieren. |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Die Auswahl zur Veranstaltung erfolgt nach Leistungskriterien. Nähere Informationen dazu und zu den Bewerbungsfristen werden im Internet auf der Website des Lehrstuhls bekannt gegeben.   |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>48 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)<br>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Voraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme sind je nach Thema mathematische und/oder statistische Kenntnisse, welche in einem Bachelorstudium vermittelt wurden bzw. die Bereitschaft, sich in die einschlägigen Themengebiete einzuarbeiten.   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 3.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Projekt: Data Science</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 4   |
| <b>Literatur:</b><br>Themenabhängig einschlägige Aufsätze aus wissenschaftlichen Journals.   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Projekt: Data Science, Decision Science und Artificial Intelligence (Master)</b><br>Die Veranstaltung hat zum Ziel, Studierende bestmöglich an die Herausforderungen der datengetriebenen Arbeitswelt durch realitätsnahe Projektstudien im Team heranzuführen. Es werden jeweils aktuelle Themen aus verschiedenen Bereichen wie Data Science, Portfolio- und Risikomanagement sowie Decision Science angeboten, die von den Seminarteilnehmern in Zweiergruppen bearbeitet werden. |
| <b>Prüfung</b><br><b>Projekt: Data Science</b><br>Mündliche Prüfung<br><b>Beschreibung:</b><br>jährlich  |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>Modul WIW-5047: Seminar Finanzmarktökonomie</b><br><i>Financial Econometrics (Seminar)</i>   |  | 6 ECTS/LP   |
| Version 2.2.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Yarema Okhrin   |  |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul können Studierende Werkzeuge und Methoden anwenden die für die Modellierung von Finanzmarktdaten notwendig sind. Sie sind in der Lage die erlernten Methoden anderen Studierenden zu vermitteln.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage Finanzmarktdaten unter der Berücksichtigung spezifischer Eigenschaften solcher Daten zu modellieren und können fortgeschrittene Methoden der quantitativen Finanzmarktforschung sicher anwenden. So können sie z.B. verschiedene Prognosemodelle für lineare und nichtlineare Zeitreihen anwenden (auch in R) und kennen stilisierte Fakten von Aktienrenditen.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden können die erlernten Methoden in Veranstaltungen mit ökonomischem Bezug anwenden und analysieren (auch in R). Zudem sind sie nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul vertraut mit der wissenschaftlichen Arbeitsweise.</p> <p><b>Schlüsselkompetenzen:</b></p> <p>Studierende vertiefen ihre Kenntnis im Anfertigen von schriftlichen Arbeiten und sammeln Erfahrung in der Teamarbeit. Zudem sind sie in der Lage, eigenständig wissenschaftliche, englischsprachige Publikationen inhaltlich zu verstehen und empirisch in Teilaspekten nachzuvollziehen.</p> |  |   |
| <p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Die Anzahl der Seminarplätze ist beschränkt. Eine Auswahl erfolgt nach Leistungskriterien. Nähere Informationen zu den Bewerbungsmodalitäten finden sich auf der Website des Lehrstuhls.</p>  |  |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p> <p>40 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)</p> <p>49 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>49 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p>  |  |   |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Voraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme sind die mathematischen und statistischen Kenntnisse, welche in den Veranstaltungen Mathematik I/II und Statistik I/II vermittelt werden. Vorkenntnisse oder zumindest die Bereitschaft sich in die Statistik-Programmiersprache R einzuarbeiten sind elementar für das Seminar.</p>  |  | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Seminararbeit in Kleingruppen</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p>  | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p> <p>1. - 3.</p>           | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b></p> <p>1 Semester</p>              |
| <p><b>SWS:</b></p> <p>4</p>   | <p><b>Wiederholbarkeit:</b></p> <p>siehe PO des Studiengangs</p> |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <b>Modulteil:</b> Seminar Finanzmarktökonometrie<br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester<br><b>SWS:</b> 4  |
| <b>Literatur:</b><br>McNeil, A., Frey, R. und P. Embrechts, 2005, Quantitative Risk Management.<br>Mills, T. und R. Markellos, 2008, The econometric modelling of financial time series, Cambridge University Press.<br>Schmid, T. und M. Tiede, 2005, Finanzmarktstatistik, Springer.<br>Taylor, S.J., 2005, Asset prices, dynamics, volatility and prediction, Princeton University Press.<br>Tsay, R., 2005, Analysis of Financial Time Series, John Wiley & Sons. |
| <b>Prüfung</b><br><b>Seminar Finanzmarktökonometrie</b><br>Hausarbeit/Seminararbeit<br><b>Beschreibung:</b><br>jedes Semester<br>Seminararbeit in Kleingruppen  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul WIW-5021: Analysis and Valuation Basic I:<br/>Unternehmensplanung und -analyse</b><br><i>Analysis and Valuation Basic</i>  |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 4.0.0 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Schultze  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach Teilnahme an der Veranstaltung kennen die Studierenden die Analyse von Unternehmen aus Investorensicht. Sie sind in der Lage, Verfahren zur Informationsgewinnung und -auswertung aus dem Jahresabschluss anzuwenden und mit diesen die Vermögens-, Finanz- und Ertragslage eines Unternehmens zu beurteilen. Sie können die Auswirkungen bilanzpolitischer Spielräume analysieren und verstehen die finanzwirtschaftliche, strategische und ertragswirtschaftliche Analyse. Des Weiteren können Studierende eigene Prognosen (Planungsrechnungen) erstellen und verstehen die Verbindung zur Unternehmensbewertung und zu Investitionsentscheidungen.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>48 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Kenntnisse aus Vorlesungen zu Corporate Finance/Investitionsrechnung (Bestimmung von Barwerten, etc.) sowie Kenntnisse aus Bilanzierungs-<br>Vorlesungen (Aufbau von Bilanzen, GuV und Kapitalflussrechnung, sowie deren Zusammenhang).  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>schriftliche Prüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Analysis and Valuation Basic I: Unternehmensplanung und -analyse (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Baetge/Kirsch/Thiele (2004): Bilanzanalyse, 2. Auflage, Düsseldorf 2004.<br>Bamberg/Coenenberg/Krapp (2019): Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, 16. Auflage, München 2019.<br>Coenenberg/Haller/Schultze (2021a): Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse, 26. Auflage, Stuttgart 2021.<br>Coenenberg/Haller/Schultze (2021b): Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse - Aufgaben und Lösungen, 18. Auflage, Stuttgart 2021.<br>Küting/Weber (2015): Die Bilanzanalyse, 11. Auflage, Stuttgart 2015.<br>Penman (2012): Financial Statement Analysis und Security Valuation, 5. Auflage, New York 2012.<br>Schultze (2003): Methoden der Unternehmensbewertung: Gemeinsamkeiten, Unterschiede, Perspektive, 2. Auflage, Düsseldorf 2003. |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Analysis and Valuation Basic I: Unternehmensplanung und -analyse (Vorlesung)</b>  |   |   |

Die Vorlesung beschäftigt sich im Wesentlichen mit der Analyse von Unternehmen aus Investorensicht. Ziel ist es hierbei, Verfahren der Informationsgewinnung und –auswertung aus dem Jahresabschluss zu erlernen und mit diesen die Vermögens-, Finanz- und Ertragslage eines Unternehmens zu beurteilen. Inhalte der Vorlesung: • Rechnungswesen und Kapitalmarkt • Grundlagen der Bewertung • Finanzwirtschaftliche Jahresabschlussanalyse • Erfolgswirtschaftliche Jahresabschlussanalyse • Strategische Jahresabschlussanalyse • Einfache Prognose der wertrelevanten Überschüsse • Umfassende Prognose der wertrelevanten Überschüsse

**Modulteil: Analysis and Valuation Basic I: Unternehmensplanung und -analyse (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Analysis and Valuation Basic I: Unternehmensplanung und –analyse - Übung (Übung)**

Übung zur Vorlesung "Analysis and Valuation Basic I: Unternehmensplanung und -analyse"

**Prüfung**

**Analysis and Valuation Basic I: Unternehmensplanung und -analyse**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

jährlich

schriftliche Prüfung



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul WIW-5022: Analysis and Valuation Advanced I: Unternehmensbewertung</b><br><i>Analysis and Valuation Advanced I</i>  |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 3.3.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Schultze  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung kennen die Studierenden zum einen die verschiedenen Anlässe und Ziele einer Unternehmensbewertung, zum anderen können Sie die verschiedenen Bewertungsverfahren (z.B. Ertragswertverfahren, Discounted Cash-Flow-Verfahren, Residualgewinnverfahren) anwenden. Dabei entwickeln Sie ein Verständnis für die zentralen Bestandteile dieser Verfahren, wie die Zukunftserfolge und den Kapitalisierungszinssatz. Die Studierenden erwerben nicht nur Kenntnisse in der klassischen Unternehmensbewertung, sondern lernen auch die praxisnahe Anwendung der Bewertungsverfahren im Rahmen von Kaufpreisallokationen und der Bewertung von immateriellen Vermögenswerten kennen. Durch die praktische Anwendung im Rahmen einer Fallstudie können die Studierenden im Ergebnis die verschiedenen Bewertungsmethoden anwenden und analysieren. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>48 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Kenntnisse aus Vorlesungen zu Corporate Finance/Investitionsrechnung (Bestimmung von Barwerten, etc.) sowie Kenntnisse aus Bilanzierungs-Vorlesungen (Aufbau von Bilanzen, GuV und Kapitalflussrechnung, sowie deren Zusammenhang).   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>schriftliche Prüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 3.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Analysis and Valuation Advanced I: Unternehmensbewertung (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2   |   |   |

**Literatur:**

Bachmann/Schultze (2008): Unternehmenssteuerreform 2008 und Unternehmensbewertung: Auswirkungen auf den Steuervorteil der Fremdfinanzierung von Kapitalgesellschaften, in: die Betriebswirtschaft 01/08, S. 9-34.

Coenenberg/Haller/Schultze (2021): Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse, 26. Auflage, Stuttgart 2021.

Coenenberg/Schultze (2002): Das Multiplikator-Verfahren in der Unternehmensbewertung: Konzeption und Kritik, in: FinanzBetrieb 2002, S. 697-703.

Coenenberg/Schultze (2002): Unternehmensbewertung: Konzeption und Perspektiven, in: Die Betriebswirtschaft 2002, S. 597-621.

Coenenberg/Schultze (2011): Akquisition und Unternehmensbewertung, in: Busse von Colbe/Coenenberg/Kajüter/Linnhoff/Pellens (Hrsg.) (2011): Betriebswirtschaft für Führungskräfte, 4. Auflage, Stuttgart 2011, S. 353-384.

IDW (2008): IDW Standard: Grundsätze zur Durchführung von Unternehmensbewertungen (IDW S1), in WPg-Supplement 3/2008, S. 68 ff.

IDW-Fachnachrichten (2008), S. 271-292.

Koller/Goedhart/Wessels (2020): Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies, 7. Auflage, Hoboken 2020.

Schultze (2003): Methoden der Unternehmensbewertung: Gemeinsamkeiten, Unterschiede, Perspektive, 2. Auflage, Düsseldorf 2003.

**Modulteil: Analysis and Valuation Advanced I: Unternehmensbewertung (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Analysis and Valuation Advanced I: Unternehmensbewertung**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

jährlich

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul WIW-5023: International Accounting Advanced I: Rechnungslegung Internationaler Unternehmen</b><br><i>International Accounting Advanced I</i>   |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 3.3.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Schultze   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die Methoden zur Konzernabschlussstellung sowie zur Konsolidierung nach nationalen (HGB) und internationalen Normen (IFRS) anzuwenden. Sie können eigenständig Konzernabschlüsse aufstellen und wesentliche Konsolidierungsmaßnahmen durchführen. Die wesentlichen rechtlichen, abschlusstechnischen und publizitätspolitischen Anforderungen der Konzernabschlussstellung können die Studierenden beurteilen. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>48 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Gute Kenntnisse der Bilanzierung nach HGB und IFRS. Verständnis für die Buchungs- und Konsolidierungssystematik.   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>schriftliche Prüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: International Accounting Advanced I: Rechnungslegung Internationaler Unternehmen (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2   |
| <b>Literatur:</b><br>Adler/Düring/Schmaltz (2002): Rechnungslegung nach internationalen Standards, Stuttgart 2002.<br>Baetge/Kirsch/Thiele (2021): Konzernbilanzen, 14. Auflage, Düsseldorf 2021.<br>Baetge/Dörner/Kleekämper/Wollmert (Hrsg.) (2002 ff.): Rechnungslegung nach International Accounting Standards (IAS) - Kommentar auf der Grundlage des deutschen Bilanzrechts, 2. Auflage, Stuttgart 2002 ff.<br>Coenenberg/Haller/Schultze (2021a): Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse, 26. Auflage, Stuttgart 2021.<br>Coenenberg/Haller/Schultze (2021b): Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse - Aufgaben und Lösungen, 18. Auflage, Stuttgart 2021.<br>Küting/Weber (2018): Der Konzernabschluss, 14. Auflage, Stuttgart 2018.<br>Pellens/Fülbier/Gassen/Sellhorn (2021): Internationale Rechnungslegung, 11. Auflage, Stuttgart 2021. |
| <b>Modulteil: International Accounting Advanced I: Rechnungslegung Internationaler Unternehmen (Übung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2   |

**Prüfung**

**International Accounting Advanced I: Rechnungslegung Internationaler Unternehmen**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul WIW-5024: Hauptseminar (Accounting Research Seminar)</b><br><i>Accounting Research Seminar</i>  |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 3.0.0 (seit WS18/19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Schultze  |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Das Seminar untersucht aktuelle Fragestellungen der internationalen Rechnungslegung und Unternehmenssteuerung. Dabei werden in jedem Seminar jeweils konkrete Fragen aufgegriffen. Diese umfassen z.B. Fragen wie: Was sind konkrete Vorzüge aber auch Nachteile einer Fair Value Bilanzierung? Wie wirken sich unterschiedliche Vergütungssysteme auf das Verhalten von Managern aus? Welche Rolle spielen Analystenprognosen im Kontext der Finanzberichterstattung? Wie verlässlich sind Informationen aus ergänzenden, freiwilligen Offenlegungen? Welche Faktoren begünstigen bilanzpolitische Maßnahmen und welche Konsequenzen ergeben sich aus der aktiven Bilanzgestaltung für Unternehmen, Investoren und Kapitalmärkte? Das Seminar ist die ideale Vorbereitung auf eine Masterarbeit im Bereich Accounting. Es macht Studierende mit den Methoden der Accounting-Forschung vertraut und bereitet sie für die Durchführung eines eigenen Forschungsprojekts vor. Die Studierenden lernen in diesem Seminar das kritische Lesen und Evaluieren wissenschaftlicher Texte zu aktuellen Forschungsthemen. Die Teilnehmer erlangen ein vertieftes Verständnis für das wissenschaftliche Arbeiten im Bereich des Accounting. Sie erhalten Denkanstöße für mögliche Fragestellungen in einer anschließenden Masterarbeit und erarbeiten sich für das im Seminar behandelte Thema einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung. Sie entwickeln wichtige methodische Fähigkeiten und können Forschungsansätze und Schlussfolgerungen kritisch hinterfragen. Der kleine, individuelle Rahmen des Seminars fördert den interaktiven Charakter der Veranstaltung, durch den die Studierenden lernen, sich auf entsprechendem Niveau über wissenschaftliche Fragestellungen auszutauschen. Die Teilnahme an dem Seminar befähigt die Studierenden, verschiedene wissenschaftliche Aufsätze hinsichtlich der zugrundeliegenden Forschungsfrage und Motivation, Unterschieden im Untersuchungsaufbau, Forschungsbeitrag sowie Implikationen für zukünftige Forschung und Praxis evaluieren zu können. Derartige analytische Fähigkeiten sind gleichermaßen grundlegend für eine wissenschaftliche Arbeit als auch für Problemlösungen im späteren beruflichen Umfeld.</p> |   |   |
| <p><b>Bemerkung:</b><br/>Die Anzahl der Plätze ist beschränkt, es gibt ein Auswahlverfahren (siehe Digicampus). Das Seminar kann nur von Studierenden belegt werden, die bisher an diesem Seminar noch nicht teilgenommen haben.</p>   |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 180 Std.<br/>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>50 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)<br/>30 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)<br/>28 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>   |   |   |
| <p><b>Voraussetzungen:</b><br/>Die Teilnehmer sollten über gute Kenntnisse der nationalen und internationalen Rechnungslegung und des Controllings verfügen. Daneben sollten sie wissenschaftlich arbeiten können.</p>   |   | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br/>Seminar, Präsentation der schriftlichen Ausarbeitung (Seminararbeit) und schriftliche Ausarbeitung (Seminararbeit)</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester</p>   | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br/>1. - 3.</p>           | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br/>1 Semester</p>   |
| <p><b>SWS:</b><br/>4</p>   | <p><b>Wiederholbarkeit:</b><br/>siehe PO des Studiengangs</p> |   |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Hauptseminar (Accounting Research Seminar)</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 4   |
| <b>Literatur:</b><br>Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Hauptseminar (Accounting Research Seminar) (Master) (Seminar)</b><br>Das Seminar ist die ideale Vorbereitung auf eine Masterarbeit im Bereich Accounting . Es macht Studierende mit den Methoden der Accounting-Forschung vertraut und bereitet sie für die Durchführung eines eigenen Forschungsprojekts vor. Die Studierenden lernen in diesem Seminar das kritische Lesen und Evaluieren wissenschaftlicher Texte zu aktuellen Forschungsthemen. Das Seminar beginnt mit einer Einführung in die Accounting Forschung. Dadurch erhalten Studierende das notwendige Rüstzeug um ihr designiertes Forschungsthema selbstständig auszuführen. Ziel ist es, den Teilnehmern ein Verständnis für die Vorgehensweise des wissenschaftlichen Arbeitens zu vermitteln. Das Format der Veranstaltung ist darauf ausgerichtet kritisches Denken, Problemlösekompetenz und eine konstruktive Feedback-Kultur zu fördern; Fähigkeiten, die sowohl in der Forschung als auch der Praxis essentiell sind. Die Veranstaltung findet in einem informellen Rahmen statt, der Raum für den individuellen Austausch bietet.<br>... (weiter siehe Digicampus) |
| <b>Prüfung</b><br><b>Hauptseminar (Accounting Research Seminar)</b><br>Schriftlich-Mündliche Prüfung<br><b>Beschreibung:</b><br>jedes Semester<br>Seminar, Präsentation der schriftlichen Ausarbeitung (Seminararbeit) und schriftliche Ausarbeitung (Seminararbeit)   |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Modul WIW-5158: Seminar Industrial Economics of Financial Services</b><br><i>Seminar "Industrial Economics of Financial Services"</i>   | 6 ECTS/LP |
| Version 2.3.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Welzel  |           |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, sich selbständig einen industrieökonomischen oder banktheoretischen Literaturzweig zu erarbeiten, indem sie die zugehörige Literatur erkennen und verstehen.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, mikro- und industrieökonomische Modelle insbesondere mit banktheoretischem Hintergrund zu verstehen, die aufgezeigten Zusammenhänge und Ergebnisse von verschiedenen Seiten zu beleuchten und auf mögliche weiterführende Forschungsfragen hinzuweisen oder diese im besten Fall sogar eigenständig zu analysieren. Sie wissen, wie wissenschaftliche Quellen zu finden sind, und können die für ihre Fragestellung relevanten Beiträge auswählen. Zudem sind sie in der Lage, die in der Literatur angeführten Argumente zu systematisieren und in einer eigenen wissenschaftlichen Arbeit systematisch und verständlich darzustellen. Zudem lernen die Studierenden, ihre Erkenntnisse in einer kurzen Präsentation vorzustellen und zu diskutieren.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>Die in diesem Modul vermittelten Kenntnisse und Methoden sind Grundlage für das Verfassen einer eigenen fortgeschrittenen wissenschaftlichen Arbeit, wie z.B. der Masterarbeit. Aber auch im späteren Berufsleben wird regelmäßig das Erarbeiten relevanter Beiträge sowie eine kurze und prägnante Darstellung in schriftlicher und verbaler Form gefordert. Zudem lernen die Studierenden, ihre Erkenntnisse vor Publikum vorzustellen und gemeinsam zu diskutieren.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <p>Die Studierenden können nach erfolgreicher Teilnahme auf wissenschaftlich hinreichendem Niveau Zusammenhänge der theoretischen und empirischen industrieökonomischen oder banktheoretischen Literatur zu einem Thema verstehen, kritisch durchdenken und bewerten, sowie die Erkenntnisse zusammenfassen und erläutern.</p> |           |
| <p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Informationen zum Bewerbungsprozess finden Sie bei der zugehörigen Veranstaltung in Digicampus und auf der Homepage des Lehrstuhls Welzel.</p>   |           |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>60 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)</p> <p>18 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p>  |           |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Vorausgesetzt werden die für das Literaturverständnis erforderlichen Englischkenntnisse sowie die Fähigkeit, sich selbständig in ein Literaturfeld einzuarbeiten und eine schriftliche Arbeit dazu anzufertigen (Lektüreempfehlung: Plümper, T., Effizient schreiben, 3. Aufl., Oldenbourg Verlag, München 2012). Zur Literaturbearbeitung sind außerdem mikroökonomische Grundlagen, insbesondere des Bankensektors, nötig (Indifferenzkurve, Nutzenfunktion, Nachfragefunktion, Marktmacht im Monopol/Oligopol, Gewinn- bzw. Nutzenmaximierung, Wohlfahrt,</p>   |           |

|   |  |  |
|---|--|--|
| Literaturempfehlung: Freixas, X., Rochet, J-C., Microeconomics of Banking, 2nd ed., MIT Press, Cambridge 2008). |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <p><b>Modulteil: Seminar Industrial Economics of Financial Services</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>SWS:</b> 4</p>   |
| <p><b>Literatur:</b></p> <p>Wird jeweils dem Thema angepasst.</p>   |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Projektseminar "Industrial Economics of Financial Services" (Master) (Seminar)</b></p> <p>Für dieses Seminar wird jedes Jahr ein Themenkomplex festgelegt. Informationen dazu sowie zum Bewerbungsprozess finden Sie bei der zugehörigen Veranstaltung in Digicampus und auf der Homepage des Lehrstuhls Welzel.</p> |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Seminar Industrial Economics of Financial Services</b></p> <p>Kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung</p> <p><b>Beschreibung:</b></p> <p>jährlich</p>  |



|  |   |
|--|---|
| <b>Modul WIW-5028: Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung</b><br><i>Capital Market Oriented Corporate Management</i>  | 6 ECTS/LP   |
| Version 2.0.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Wilkens   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Discounted Cash Flow-Verfahren zu unterscheiden und anzuwenden, um Unternehmen zu bewerten. Darüber können die Studierenden die grundlegende Performancemaße sowie zentrale Mehrfaktor-Modelle anwenden und analysieren. Die Studierenden sind zudem in der Lage, interne risikoorientierte Steuerungskonzepte von Unternehmen, wie RORAC und RAROC, zu analysieren und zu interpretieren. Die Studierenden kennen die wichtigsten Derivate und Hedginginstrumente für Fremdwährungspositionen. Außerdem sind sie fähig, die Risikopolitik von Unternehmen und Banken nachzuvollziehen und zu bewerten. Zudem kennen die Studierenden weitere relevante Marktunvollkommenheiten, bei denen sie die Sinnhaftigkeit von Hedging beurteilen und eine optimale Kapitalstruktur begründen können.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden mit den wichtigsten Discounted Cash Flow-Verfahren (Adjusted Present Value, Entity, Equity) vertraut und können diese anwenden, um Gesamt- und Eigenkapital von Unternehmen zu bewerten. Darüber hinaus kennen sie die kapitalmarkttheoretischen Grundlagen der Verfahren nach Modigliani/Miller und Miles/Etzel und können die Eigenkapitalkosten der Unternehmen über das CAPM und verschiedene Beta-Leverage-Ansätze bestimmen. Die Studierenden kennen die wichtigsten Modelle aus dem empirischen Asset Pricing, können diese anwenden und die Ergebnisse interpretieren. Des Weiteren sind sie in der Lage für Unternehmen und dessen Teileinheiten den Value at Risk sowie (partielle) Risikokennzahlen (Return on Risk Adjusted Capital, Risk Adjusted Return on Risk Adjusted Capital) zu bestimmen und ökonomisch zu beurteilen. Sie können den fairen Wert von Währungsfutures, Optionen und Swaps bestimmen und die jeweiligen Vor- und Nachteile dieser Sicherungsinstrumente erläutern.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul können die Studierenden die erlernten insbesondere methodischen Kenntnisse auf andere Themen innerhalb der Finanz- und Bankwirtschaft sowie auf zahlreiche weitere ökonomische Forschungsfelder übertragen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <p>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Kurs sind die Studierenden in der Lage, finanzielle Entscheidungen von Unternehmen aus deren Perspektive zu beurteilen und reflektieren. Dazu gehören insbesondere Rendite-Risiko-Abwägungen, Entscheidungen des Risikomanagements und des Kapitalstrukturmanagements. Darüber hinaus verfeinern und vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeit in finanziellen Größen zu denken.</p> |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>38 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p>   |   |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Die Studierenden sollten finanzmathematische Grundkenntnisse vorweisen. Insbesondere die in typischen Bachelor Grundlagenveranstaltungen (z.B. "Investition und Finanzierung") vermittelten Kenntnisse der Finanzierungs- und Investitionsrechnung werden als bekannt vorausgesetzt. Überdies sind grundlegende statistische Kenntnisse notwendig. Empfohlen werden außerdem Kenntnisse aus dem Bereich "Corporate Finance".</p>   | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Bestehen der Modulprüfung</p> |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4                                | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

|   |
|---|
| <b>Modulteil:</b> <b>Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung (Vorlesung)</b>  |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |
| <b>Literatur:</b><br>Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung (Master)</b> (Vorlesung)<br>1. Unternehmensbewertung über Discounted Cash Flow-Verfahren 2. Erwartete Renditen und Performanceanalyse von Aktien(portfolios) 3. Risikoorientierte Steuerungskonzepte bei Unternehmen 4. Optimale Risikopolitik und Risikomanagement |
| <b>Modulteil:</b> <b>Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung (Übung)</b>  |
| <b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung (Master)</b> (Übung)<br>Die Übung ergänzt die Vorlesung Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung.  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung</b><br>Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten<br><b>Beschreibung:</b><br>jährlich   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul WIW-5026: Financial Engineering und Structured Finance</b><br><i>Financial Engineering and Structured Finance</i>  |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 3.0.0 (seit WS18/19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Wilkens   |   |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b><br/>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, duplikationstheoretische und preisbildende Methoden anzuwenden, um strukturierte Finanzprodukte, wie Zertifikate und strukturierte Anleihen bewerten zu können. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, den Wert diverser Kassatitel und symmetrischer Derivate (Zinsforwards und Swaps) zu bestimmen. Die Studierenden sind zudem in der Lage, verschiedene Hedging- und Spekulationsstrategien anzuwenden, die essenziell auf Kapitalmärkten sind. Außerdem analysieren die Studierenden die Eigenschaften verschiedener Kreditderivate und Asset Backed Securities und können die Funktionsweise von Kreditrisikotransfers verstehen.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b><br/>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul kennen die Studierenden die wichtigsten Bewertungsmodelle für Derivate auf verschiedene Finanztitel, wie z.B. Binomialbaummodelle sowie die Modelle nach Black&amp;Scholes, Black und Vasicek. Darüber hinaus kennen die Studierenden die wichtigsten Methoden zur Bewertung von Eigen- und Fremdkapital wie z.B. das Merton-Modell.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b><br/>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul können die Studierenden die in diesem Modul erworbenen Kenntnisse auf weitere praktische Fragestellungen aus allen ökonomischen Forschungsfeldern anwenden.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b><br/>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, sämtliche einfachen und komplexen Auszahlungsprofile von Finanzprodukten aber auch anderer Zahlungsströme zu erkennen und per Duplikationsansatz in einfache Auszahlungen aufzuteilen. Dadurch können die Studierenden jegliche Auszahlungsprofile präferenzfrei bewerten, vergleichen und deren Risiken bestimmen, um darauf aufbauend Entscheidungen zu treffen.</p> |   |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 180 Std.<br/>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br/>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>38 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>   |   |  |
| <p><b>Voraussetzungen:</b><br/>Die Studierenden sollten fundierte finanzmathematische Grundkenntnisse vorweisen. Die in typischen Bachelor Grundlagenveranstaltungen (z.B. "Investition und Finanzierung") vermittelten Kenntnisse der Finanzierungs- und Investitionsrechnung, insbesondere der Umgang mit verschiedenen Zinskonventionen und einfachen Kassatiteln, wie Aktien und Anleihen, aber auch das Verständnis einfacher Derivate, wie Forwards und Swaps, werden vorausgesetzt. Überdies sind grundlegende statistische Kenntnisse notwendig.</p>  |   | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br/>Bestehen der Modulprüfung</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p>  | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br/>ab dem 1.</p>         | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br/>1 Semester</p>          |
| <p><b>SWS:</b><br/>4</p>  | <p><b>Wiederholbarkeit:</b><br/>siehe PO des Studiengangs</p> |  |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Financial Engineering und Structured Finance (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2 |
| <b>Literatur:</b><br>Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.  |
| <b>Modulteil: Financial Engineering und Structured Finance (Übung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2         |
| <b>Prüfung</b><br><b>Financial Engineering und Structured Finance</b><br>Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten<br><b>Beschreibung:</b><br>jedes Semester |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul WIW-5048: Seminar Bank- und Finanzmanagement</b><br><i>Seminar Banking and Financial Management</i>  |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 4.0.0 (seit WS18/19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Wilkens   |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, sich in erstklassig publizierte Forschungsarbeiten oder sehr gute Arbeitspapiere einzuarbeiten, mit deren komplexen Sachverhalten umzugehen und diese kritisch zu reflektieren. Außerdem haben Studierende die wesentlichen aktuellen Forschungsinhalte in der Finanzforschung kennen gelernt und sind in der Lage, zentrale, dort eingesetzte Methoden anzuwenden.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b></p> <p>Durch den empirischen Nachbau der Forschungsarbeiten erlernen die Studierenden die dafür spezifisch notwendigen statistischen und ökonometrischen Methoden. Darüber hinaus entwickeln die Studierenden zusätzlich auch sehr gute Fähigkeiten im Umgang mit statistischer Standardsoftware.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden können die in diesem Modul erworbenen, insbesondere methodischen Kenntnisse sowie die Fähigkeiten im Erfassen, Interpretieren und kritischen Hinterfragen von komplexen Zusammenhängen auf Basis der Literatur auf weitere akademische und praktische Fragestellungen aus allen ökonomischen Forschungsfeldern anwenden.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul haben sich die Studierenden umfangreiche Kenntnisse im Anfertigen wissenschaftlicher Arbeiten erarbeitet und sind gut auf die Anfertigung einer Abschlussarbeit vorbereitet. Da die Seminararbeit in der Regel im Team erstellt wird, schult die erfolgreiche Teilnahme an diesem Modul die Organisation der Arbeitsteilung und die Kommunikation innerhalb eines Teams. Da die Ergebnisse in einer Abschlusspräsentation vorgestellt werden, schulen die Studierenden in dieser Veranstaltung gleichzeitig auch ihre Präsentierfähigkeiten.</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>118 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)</p> <p>20 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p>  |   |   |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Aufgrund der methodisch anspruchsvollen Anforderungen ist eine erfolgreiche Teilnahme an den Veranstaltungen "Empirische Kapitalmarktforschung" obligatorisch. Außerdem muss zusätzlich entweder die Veranstaltung "Financial Engineering und Structured Finance" oder "Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung" erfolgreich besucht worden sein. Weitere empfehlenswerte Kurse sind insbesondere "Investment Funds", "Applied Quantitative Finance", "Finanzmarktökonomie", "Quantitative Methods in Finance" und "Zeitreihenanalyse". Da der Kurs teilnehmerbeschränkt ist, erfolgt die Teilnehmerauswahl anhand der Durchschnittsnote der obligatorischen Veranstaltungen und dem Studienfortschritt der Studierenden.</p>   |   | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Bestehen der Modulprüfung</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p>  | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.</p>         | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p>                 |
| <p><b>SWS:</b> 4</p>  | <p><b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs</p> |   |

|   |
|---|
| <b>Moduleile</b>  |
| <b>Moduleil: Seminar Bank- und Finanzmanagement</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 4                      |
| <b>Literatur:</b><br>Wird Semester- und Team-spezifisch mit der Themenvergabe bekannt gegeben.  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Seminar Bank- und Finanzmanagement</b><br>Schriftlich-Mündliche Prüfung<br><b>Beschreibung:</b><br>jährlich<br>Seminararbeit und Vortrag |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul WIW-5049: Seminar Empirical Finance</b><br><i>Seminar Empirical Finance</i>  |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 3.1.0 (seit SoSe19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Wilkens  |   |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b><br/>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, sich in erstklassig publizierte Forschungsarbeiten oder sehr gute Arbeitspapiere einzuarbeiten, mit deren komplexen Sachverhalten umzugehen und diese kritisch zu reflektieren. Außerdem haben Studierende die wesentlichen aktuellen Forschungsinhalte in der Finanzforschung kennen gelernt und sind in der Lage, zentrale, dort eingesetzte Methoden anzuwenden.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b><br/>Durch den empirischen Nachbau der Forschungsarbeiten erlernen die Studierenden die dafür spezifisch notwendigen statistischen und ökonometrischen Methoden. Darüber hinaus entwickeln die Studierenden zusätzlich auch sehr gute Fähigkeiten im Umgang mit statistischer Standardsoftware.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b><br/>Die Studierenden können die in diesem Modul erworbenen, insbesondere methodischen Kenntnisse sowie die Fähigkeiten im Erfassen, Interpretieren und kritischen Hinterfragen von komplexen Zusammenhängen auf Basis der Literatur auf weitere akademische und praktische Fragestellungen aus allen ökonomischen Forschungsfeldern anwenden.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b><br/>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul haben sich die Studierenden umfangreiche Kenntnisse im Anfertigen wissenschaftlicher Arbeiten erarbeitet und sind gut auf die Anfertigung einer Abschlussarbeit vorbereitet. Da die Seminararbeit in der Regel im Team erstellt wird, schult die erfolgreiche Teilnahme an diesem Modul die Organisation der Arbeitsteilung und die Kommunikation innerhalb eines Teams. Da die Ergebnisse in einer Abschlusspräsentation vorgestellt werden, schulen die Studierenden in dieser Veranstaltung gleichzeitig auch ihre Präsentierfähigkeiten.</p> |   |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 180 Std.<br/>20 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)<br/>118 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)<br/>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p>  |   |  |
| <p><b>Voraussetzungen:</b><br/>Aufgrund der methodisch anspruchsvollen Anforderungen ist eine erfolgreiche Teilnahme an den Veranstaltungen "Empirische Kapitalmarktforschung" obligatorisch. Außerdem muss zusätzlich entweder die Veranstaltung "Financial Engineering und Structured Finance" oder "Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung" erfolgreich besucht worden sein. Weitere empfehlenswerte Kurse sind insbesondere "Investment Funds", "Applied Quantitative Finance", "Finanzmarktökonomie", "Quantitative Methods in Finance" und "Zeitreihenanalyse". Da der Kurs teilnehmerbeschränkt ist, erfolgt die Teilnehmerauswahl anhand der Durchschnittsnote der obligatorischen Veranstaltungen und dem Studienfortschritt der Studierenden.</p>  |   | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br/>Bestehen der Modulprüfung</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p>  | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br/>2.</p>                | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br/>1 Semester</p>          |
| <p><b>SWS:</b><br/>4</p>  | <p><b>Wiederholbarkeit:</b><br/>siehe PO des Studiengangs</p> |  |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <b>Modulteil: Seminar Empirical Finance</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 4                                     |
| <b>Literatur:</b><br>Wird Semester- und Team-spezifisch mit der Themenvergabe bekannt gegeben.  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Seminar Empirical Finance</b><br>Schriftlich-Mündliche Prüfung<br><b>Beschreibung:</b><br>jährlich<br>Seminararbeit und Präsentation |



|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul WIW-5117: Consumer Behavior: Werbung I</b><br><i>Consumer Behavior: Advertising I</i>  |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 5.1.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Heribert Gierl   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die in der Veranstaltung behandelten Werbereize zu verstehen und ihren Einsatz in der Praxis adäquat bewerten zu können. Die begleitenden Zusatzleistungen führen dazu, dass die Wirkung der behandelten Werbereize in stärkerem Maße verstanden wird. Es wird die Fähigkeit gelernt, durch eigene Marktforschung Alternativen bewerten und interpretieren zu können. Es wird Spezialwissen im Hinblick auf die in der Gliederung thematisierten Instrumente erworben, das in der Praxis angewendet werden kann. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>42 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>20 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>38 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Fundierte Kenntnisse in Statistik.   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Schriftliche Prüfung und Anfertigung einer Zusatzarbeit |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> einmalig SoSe  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 2.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester  |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Consumer Behavior: Werbung I (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 4   |
| <b>Literatur:</b><br>Diverse Veröffentlichungen zu Themen der Vorlesung auf der Website des Lehrstuhls. Gierl, H.: Übungsaufgaben Marketing, aktuelle Auflage, Eul Verlag.                           |
| <b>Prüfung</b><br><b>Consumer Behavior: Werbung I</b><br>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 60 Minuten<br><b>Beschreibung:</b><br>einmalig<br>Schriftliche Prüfung und Anfertigung einer Zusatzarbeit |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul WIW-5109: Consumer Behavior: Hausarbeit (Empirische Forschung)</b><br><i>Consumer Behavior: Independent Study (Research)</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 3.1.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Heribert Gierl  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, eigenständig eine empirische Forschungsarbeit zu einem thematisch eingegrenzten Marketingbereich durchzuführen. Die Studierenden erarbeiten sich (1) die Techniken der Datenerhebung, (2) die Techniken der Datenanalyse und (3) Interpretationen. Hierbei lernen die Studierenden, wie man eine empirische Studie konzipiert, wie man theoretische Ansätze aufarbeitet, um Erwartungen an die Ergebnisse des eigenen Forschungsvorhaben zu formulieren, wie man einen Fragebogen zur Datenerhebung gestaltet und wie man die gewonnenen Daten mit Hilfe geeigneter statistischer Verfahren auswertet und interpretiert. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>180 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>SPSS und erfolgreich absolvierte Veranstaltungen im Masterstudium aus unserem Lehrstuhlangebot oder eine Bachelorarbeit an unserem Lehrstuhl.  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Hausarbeit       |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 3.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>0  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Consumer Behavior: Hausarbeit (Empirische Forschung)</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Themenspezifische Einstiegsliteratur wird zur Verfügung gestellt.  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Consumer Behavior: Hausarbeit (Empirische Forschung) (Seminar)</b><br>Aktuelle Themen   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Consumer Behavior: Hausarbeit (Empirische Forschung)</b><br>Hausarbeit/Seminararbeit<br><b>Beschreibung:</b><br>jedes Semester   |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul WIW-5126: Consumer Behavior: Hausarbeit zu Werbetheorien</b><br><i>Consumer Behavior: Independent Study (Advertising Theory)</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 3.0.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Heribert Gierl  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, eigenständig ein Konzept für eine empirische Forschungsarbeit anzufertigen. Hierbei erarbeiten sich die Studierenden insbesondere (1) die theoretischen Grundlagen, (2) die methodischen Grundlagen und (3) den Stand der bisherigen empirischen Forschung zu einem thematisch eingegrenzten Marketingbereich. Hierbei lernen die Studierenden, wie man zu einem Thema geeignete Theorien identifiziert und bewertet, Methoden identifiziert und bewertet, um eine eigene Studie durchzuführen, und wie bisherige Forschung zum Thema zu identifizieren und zu bewerten ist. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>180 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>SPSS und erfolgreich absolvierte Veranstaltungen im Masterstudium aus unserem Lehrstuhlangebot oder eine Bachelorarbeit an unserem Lehrstuhl.  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Hausarbeit       |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 3.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>0  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Consumer Behavior: Hausarbeit zu Werbetheorien</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Themenspezifische Einstiegsliteratur wird zur Verfügung gestellt.  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Consumer Behavior: Hausarbeit zu Werbetheorien</b> (Seminar)<br>Aktuelle Themen   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Consumer Behavior: Hausarbeit zur Werbetheorien</b><br>Hausarbeit/Seminararbeit<br><b>Beschreibung:</b><br>jedes Semester<br>Hausarbeit  |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul WIW-5114: Corporate Governance: Theorie</b><br><i>Corporate Governance: Theory</i>  |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 3.1.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Erik Lehmann   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage grundlegende Terminologie, Definitionen und Kategorien der Corporate Governance zu verstehen und darauf aufbauend Strategien im Bereich Corporate Governance selbstständig zu entwickeln. Sie lernen Konzepte der Corporate Governance kennen und können diese wiedergeben, vergleichen, argumentativ weiterentwickeln und situationspezifisch anwenden. Studierende sind analytisch in der Lage Gründe und Motive unterschiedlicher Governance Konfigurationen zu benennen, in einzelne Elemente zu untergliedern und deren Verhältnis zueinander zu analysieren und bewerten. Darüber hinaus werden Fragenstellungen der Wirtschaftskriminalität behandelt, Ursachen und Motive analysiert und mögliche Lösungsmechanismen erarbeitet. Insgesamt soll das erworbene Wissen dazu dienen, Lösungen für Probleme der Corporate Governance zu entwickeln und von anderen entwickelte Lösungen zu beurteilen. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>48 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundkenntnisse in <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisationstheorie</li> <li>• Corporate Governance und</li> <li>• Corporate Finance (hilfreich)</li> </ul>  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>schriftliche Prüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Corporate Governance: Theorie (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |   |   |

**Literatur:**

Audretsch, D. B. and E. E. Lehmann (2011): Corporate Governance in Small and Medium-Sized Firms, Edward Elgar.

Audretsch, D. B. and E. E. Lehmann (2013): Corporate Governance in Newly Listed Companies, in: Levis, M. and S. Vismara (eds): Handbook of Research on IPOs, Edward Elgar: Cheltenham, 268-316.

Becker, G. S. (1968): Crime and Punishment: An Economic Approach, Journal of Political Economy, 169-217.

Frick, B. and E. E. Lehmann (2005): Corporate Governance in Germany: Ownership, Codetermination, and Firm Performance in a Stakeholder Economy. In: Gospel, Howard und Andrew Pendleton (Hrsg.), Corporate Governance and Human Ressource Management, Oxford: Oxford University Press, 2005, 122-147.

Jensen, M. and W. H. Meckling (1976): Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs, and Ownership Structure, Journal of Financial Economics 3, 305-360.

Jost, Peter J. (2000): Ökonomische Organisationstheorie, Wiesbaden: Gabler (bzw. neuere Auflagen).

Lehmann, E. E. (2009): Bindungswirkung von Standards im Corporate Governance Bereich, in: Möllers, T.M.J. (Hrsg.), Geltung und Faktizität von Standards, Baden-Baden: Nomos, 2009, 37-64.

Lehmann, E. E. (2009): Größe und Zusammensetzung von Aufsichtsräten, in: Möllers, T.M.J. (Hrsg.), Standardisierung durch Markt und Recht, Baden-Baden: Nomos, 2008, 177-190.

Lehmann, E. E. (2012): Corporate Governance, Compliance & Crime, in: Rotsch, Th. (Hrsg.): Wissenschaftliche und praktische Aspekte der nationalen und internationalen Compliance-Diskussion, Nomos: Baden-Baden, 43-61.

Lehmann, E. E., and J. Weigand (2000): Does the Governed Corporation Perform Better? Governance Structures and Corporate Performance in Germany, European Finance Review, Vol. 4, 2000, 157-195.

Lehmann, E. E.; Braun, T. and S. Krispin (2012): Entrepreneurial Human Capital, Complementary Assets, and Takeover Probability, Journal of Technology Transfer 37 (5), 589-608.

Shleifer, A. and R. Vishney (1997): A Survey of Corporate Governance, Journal of Finance 52, 737-783.

Zingales, Luigi (1998): Corporate Governance, in: Newman, P. (Hrsg.): The New Palgrave Dictionary of Economics and the Law, Vol. 1, London: MacMillan, 497-503.

**Modulteil: Corporate Governance: Theorie (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Corporate Governance: Theorie**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul WIW-5115: Corporate Governance: Research</b><br><i>Corporate Governance: Research</i>   |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 2.1.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Erik Lehmann   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind Studierende in der Lage wissenschaftliche Artikel und enthaltene Analysen zu verstehen, zu interpretieren und zu bewerten. Sie können die gelesenen Arbeiten selbstständig in sinnvolle Literaturkategorien einordnen. Studierende sind aufgrund des erworbenen Wissens in der Lage, selbstständig bestehende Forschungslücken zu identifizieren, sinnvolle Forschungsfragen abzuleiten und den aktuellen Stand der empirischen Literatur anhand dieser Forschungsfragen schriftlich aufzuarbeiten. Insgesamt soll ein kritisches Verständnis bezüglich der bestehenden Forschung im Bereich Corporate Governance vermittelt werden. Ferner sollen die Studenten die Fähigkeit entwickeln im Bereich Corporate Governance selbstständig wissenschaftlich zu arbeiten. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>19 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>94 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)<br>25 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)<br>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundkenntnisse in empirischer Wirtschaftsforschung<br>Grundkenntnisse im Bereich Corporate Governance und Organisationstheorie   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Kombinierte schriftlich/mündliche Prüfung/Präsentation. |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester  |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Corporate Governance: Research</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 4  |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>Wird am kick-off Termin bekannt gegeben   |   |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Corporate Governance: Research (Seminar) (Seminar)</b><br>- Verstehen und Bewerten wissenschaftlicher Artikel - Aufbereitung und Analyse aktueller Probleme - Anfertigen einer wissenschaftlichen Forschungsarbeit   |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Corporate Governance: Research</b><br>Schriftlich-Mündliche Prüfung<br><b>Beschreibung:</b><br>jedes Semester   |   |  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul WIW-5136: Services Marketing: Research (Master)</b><br><i>Services Marketing: Research (Master)</i>  |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 2.0.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Paul   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>After the successful participation in this module, students are able to understand current theories and methods of services marketing research. In particular, they are able to apply scientific methods to create novel insights in services marketing research. Students are able to integrate knowledge and to deal with complexity and limited information. They are able to acquire knowledge and skills independently and to write sound conceptual or empirical research papers. Students can apply their knowledge on scientific methods to any research problem beyond this module. Overall, students are able to conduct research projects in a largely autonomous way and to clearly defend their position towards experts and others on an academic level. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>8 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>70 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)<br>5 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>15 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)<br>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Basic knowledge of methods and fundamentals of marketing from Bachelor's degree (especially descriptive and inductive statistics, regression analysis, marketing research, if applicable services marketing)   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Passing the module examination |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester               |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Services Marketing: Research</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 4   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>To be announced in the first session.  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Services Marketing: Research (Master)</b> (Seminar)<br>In this course, students will realize a joint empirical research project. Students will develop a theoretical model including the development of hypotheses and conduct an experiment. The seminar includes the collection and analysis of empirical data and writing a research paper in teams.   |   |   |

**Prüfung**

**Services Marketing: Research**

Portfolioprüfung

**Beschreibung:**

every year

term paper, presentation and discussion participation



|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul WIW-5094: Information Systems Research</b><br><i>Information Systems Research</i>  |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 3.0.0 (seit WS18/19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Veit   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Upon the successful completion of this module, students have a basic understanding of empirical research in information systems. Topics will be chosen and assigned to students to familiarize them with the information systems research discipline. These topics include IT innovation, IT adoption and continuance, digital strategy, business models, pricing, cloud computing, information privacy, electronic healthcare and others. Students learn how to conduct, write and present a systematic and academic literature review on their individually assigned topic. By doing so, students gain a fundamental understanding of the principles of empirical academic work and obtain the ability to systematically and independently address a research topic. Accordingly, the knowledge and methodological skills acquired in this seminar are a necessary foundation to write a master thesis at the chair. Besides fostering analytical thinking, this seminar will also facilitate the improvement of English skills, as the entire seminar is held in English. Thus, after the successful completion of this module, students will have improved their writing, presentation and discussion skills in English. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br>108 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)<br>30 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Basic knowledge of the topics (e.g., from attending our lectures) is beneficial. Good command of English is useful for understanding the provided literature and preparing presentation and seminar paper. We furthermore recommend attending introductory courses offered by the university library.  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Passing the module examination |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>3.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester               |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Information Systems Research Seminar</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 4   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Initial readings are provided during the seminar.  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Information Systems Research (cohort 2023 SS)</b> (Seminar)<br>Part 1 - Introduction to academic research principles and academic writing<br>Part 2 - Examination of the topic and the research question - Investigation of the theoretical and methodological foundation - Structured analysis of the current state of research - Analysis and structuration of the results with regard to one specific topic in the field of information systems research<br>Part 3 - Writing of the seminar thesis - Presentation and discussion of the results  |   |   |

**Prüfung**

**Information Systems Research Seminar**

Kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung

**Beschreibung:**

every semester

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul WIW-5093: Global E-Business and Electronic Markets</b><br><i>Global E-Business and Electronic Markets</i>   |  | 6 ECTS/LP  |
| Version 2.2.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Daniel Veit   |  |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>This module covers the fundamentals of E-Business and Electronic Markets. Students will be able to apply this knowledge to critically analyze and evaluate the opportunities and threats of the growing digital channel. Moreover it equips them with the necessary understanding to develop strategies in the area of E-Business and Electronic Markets. The course enables students to understand, evaluate and apply the most important E-Commerce business models, their components and their success factors. Moreover, emergent issues like internet pricing for tangible goods, services and information goods are covered. The course contributes to an understanding of the importance of ethical topics like privacy, fairness and transparency. Within the second part of the course, students are applying the knowledge acquired to real life cases in today's businesses. Therefore, students are provided with an understanding of the role of information for business strategies by reviewing transaction cost theory, principal agent theory and related economic concepts. Network effects on the internet are complementing these theoretical components. Based on these theories, students are empowered to analyze the impact of information technology and the internet on industry structure.</p> <p>Overall, students will be made aware in what way the online channel differentiates from the offline channel. The aim is to create an understanding of the associated opportunities and threats. During the course, organizational level of analysis and the impact on economic activity stands in the foreground. This view is complemented by individual level theories. Students will also be enabled to discuss, evaluate and apply the fundamentals of E-Business strategy, business models and success factor research and to conceptualize key aspects of electronic markets. Moreover, students will be equipped with the capability to work in a group on a specific problem and to develop solutions for it.</p> |  |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>30 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)</p> <p>48 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p>  |  |  |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Working knowledge of English is necessary.</p>   |  | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Passing the module examination</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p>   | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p> <p>2.</p>                | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b></p> <p>1 Semester</p>               |
| <p><b>SWS:</b></p> <p>4</p>  | <p><b>Wiederholbarkeit:</b></p> <p>siehe PO des Studiengangs</p> |  |
| <p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Global E-Business and Electronic Markets (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>SWS:</b> 2</p>  |  |  |

**Literatur:**

Bakos, Y.: The Emerging Role of Electronic Marketplaces on the Internet, Communications of the ACM, 41(8): 35-42, 1998

Porter, M: Strategy and the Internet, Harvard Business Review, 79(3):63-78, 2001

Shapiro, C.; Varian, H.: Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy, Harvard Business School Press, 1999

Additional literature will be provided in the course.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Global E-Business and Electronic Markets** (Vorlesung + Übung)

- Introduction • E-Business and E-Commerce • Business models • Economics of networks • Online marketing strategies • Internet pricing • Information goods • Information transparency and privacy • Information and the economic process • Value of information and ethical aspects • Electronic markets and omnichannel commerce • Course revision

**Modulteil: Global E-Business and Electronic Markets (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Global E-Business and Electronic Markets** (Vorlesung + Übung)

- Introduction • E-Business and E-Commerce • Business models • Economics of networks • Online marketing strategies • Internet pricing • Information goods • Information transparency and privacy • Information and the economic process • Value of information and ethical aspects • Electronic markets and omnichannel commerce • Course revision

**Prüfung**

**Global E-Business and Electronic Markets**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

every semester

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul WIW-5133: Human Resources: Personalmanagement</b><br><i>Human Resources: Human Resource Management</i>  |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 3.2.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Susanne Warning   |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, ökonomische Mechanismen, die hinter Verfahren und Anwendungen in der Praxis des Personalmanagements stehen, zu verstehen. Sie können theoretisch fundiert Gestaltungsempfehlungen aussprechen und empirisch testbare Hypothesen formulieren. Die Studierenden sind in der Lage, personalökonomische Probleme zu analysieren und Lösungen auf praktische Fragestellungen im Unternehmenskontext zu beziehen. Sie können Konzepte aus der Praxis kritisch hinterfragen und ökonomisch fundierte Gestaltungsvorschläge in verschiedenen Kontexten unterbreiten und reflektieren. |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>58 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>35 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>45 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gute Kenntnisse in Mathematik, Statistik und Mikroökonomik;</li> <li>• Gute Englischkenntnisse (lesen)</li> </ul>   |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |  |  |
| <b>Modulteil: Human Resources: Personalmanagement (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |  |  |
| <b>Literatur:</b><br>Schneider, Martin; Sadowski, Dieter; Frick, Bernd; Warning, Susanne (2020): Personalökonomie und Personalpolitik. Grundlagen einer evidenzbasierten Praxis. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.<br>Wissenschaftliche Beiträge, die in der Vorlesung angegeben werden.   |  |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Human Resources: Personalmanagement (Vorlesung)</b> (Vorlesung) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rekrutierung • Personalentwicklung • Vergütung • Diskriminierung • Fairness</li> </ul>  |  |  |
| <b>Modulteil: Human Resources: Personalmanagement (Übung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |  |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Human Resources: Personalmanagement (Übung)</b> (Übung) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rekrutierung • Personalentwicklung • Vergütung • Diskriminierung • Fairness</li> </ul>  |  |  |

**Prüfung**

**Human Resources: Personalmanagement**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul WIW-5096: Performance Analysis of Stochastic Systems</b><br><i>Performance Analysis of Stochastic Systems</i>  |  | 6 ECTS/LP  |
| Version 2.0.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jens Brunner  |  |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Subject-related competencies:</b></p> <p>The students are familiar with basic stochastic systems, i.e. discrete-time Markov chains (DTMCs) and continuous-time Markov chains (CTMC), thereupon simulation models and performance analysis. They are able to model problems and to solve these models with appropriate mathematical methods. This enables them to analyze (health care) operations management problems and to make sound decisions in the field of (health care) operations management.</p> <p><b>Methodological competencies:</b></p> <p>Students are able to understand possibilities and difficulties of modelling stochastic systems. They are able to choose the right method for specific problem types and they develop the skills to solve complex problems in demanding problem environments.</p> <p><b>Interdisciplinary competencies:</b></p> <p>Students are able to apply what they have learned to other subjects of their course of study. Students are able to apply these skills in everyday life. In particular, students are familiar with sound decision-making and they are able to translate complex problems into efficient decision-making processes.</p> <p><b>Key competencies:</b></p> <p>Students are able to analyze complex questions from business life and problems from everyday life.</p> |  |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>68 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p>  |  |  |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>(Advanced) Knowledge in operations management, mathematics (including Linear Programming), and statistics, knowlegde in simulation (e.g. Arena) software is an advantage.</p>   |  | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Passing the module examination</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p>  | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p> <p>1. - 3.</p>           | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b></p> <p>1 Semester</p>               |
| <p><b>SWS:</b></p> <p>4</p>   | <p><b>Wiederholbarkeit:</b></p> <p>siehe PO des Studiengangs</p> |  |
| <p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Performance Analysis of Stochastic Systems (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>SWS:</b> 2</p>   |  |  |

**Literatur:**

Stewart, W.J.: Probability, Markov Chains, Queues, and Simulation: The Mathematical Basis of Performance Modeling, Princeton University Press.

Hall, R.W.: Queueing Methods for Services and Manufacturing, Prentice Hall.

Gross, D. and Harris C.M.: Queueing Theory, John Wiley & Sons.

Banks, J. Carson, J.S., Nelson, B.L. und Nicol, D.M.: Discrete-Event System Simulation, Prentice Hall.

Latest versions of the books are relevant. Other literature will be announced in the course.

**Modulteil: Performance Analysis of Stochastic Systems (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Performance Analysis of Stochastic Systems**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

every semester



|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul WIW-5090: Seminar Health Care Operations Management</b><br><i>Seminar Health Care Operations Management</i>   |  | 6 ECTS/LP  |
| Version 2.1.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jens Brunner<br>Prof. Dr. Sebastian Schiffels  |  |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Subject-related competencies:</b></p> <p>The students are able to understand the approaches to tackle several planning problems in health care and they are able to understand more complex solution approaches in operations management.</p> <p><b>Methodological competencies:</b></p> <p>The students are able to implement such procedures, assess these approaches in terms of effectiveness and efficiency, and present their findings in class.</p> <p><b>Interdisciplinary competencies:</b></p> <p>The students are able to make sound decisions. They are able to work with scientific literature and understand complex problems.</p> <p><b>Key competencies:</b></p> <p>Students are able to present their finding under consideration of audience and situation. They are able to question scientific literature and achieved results.</p> |  |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>28 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p> <p>30 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)</p> <p>80 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)</p>   |  |  |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>(Advanced) Knowledge in operations management, mathematics (including Linear Programming), and statistics, knowlegde in optimization (e.g. OPL)/ simulation (e.g. Arena) software is an advantage.</p>   |  | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Passing the module examination</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester</p>   | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p> <p>1. - 3.</p>           | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b></p> <p>1 Semester</p>               |
| <p><b>SWS:</b></p> <p>4</p>  | <p><b>Wiederholbarkeit:</b></p> <p>siehe PO des Studiengangs</p> |  |
| <p><b>Modulteile</b></p> <p><b>Modulteil: Seminar Health Care Operations Management</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Seminar</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>SWS:</b> 4</p>   |  |  |
| <p><b>Literatur:</b></p> <p>Literature will be announced in the semester.</p>  |  |  |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Seminar Health Care Operations Management (MSc)</b> (Seminar)</p>   |  |  |

**Prüfung**

**Seminar Health Care Operations Management**

Kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Modul WIW-5102: Advanced Management Support</b><br><i>Advanced Management Support</i>   | 6 ECTS/LP |
| Version 4.0.0 (seit SoSe23)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marco Meier   |           |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/> Hauptziel dieser Lehrveranstaltung ist es, Studierende (über einen Praxiskontext) an eine anwendungsorientierte Forschung heranzuführen. Dazu schärfen die Teilnehmenden ihr Bewusstsein für Probleme, Anforderungen und Herausforderungen vor dem Hintergrund zunehmender Digitalisierung, Dynamik und Komplexität. In Bezug darauf lernen sie ausgewählte Modelle kennen und Methoden anzuwenden die helfen, zweckmäßige Entscheidungen zu treffen und so Führungsverantwortung gerecht zu werden. Ein besonderer Fokus liegt auf menschlichen Faktoren im Sinne eines Human-centered Management Support.</p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen</b><br/> Die Teilnehmenden kennen und verstehen Zusammenhänge zwischen (quantitativen) Fakten, wesentlichen Begriffen/Modellen und ausgewählten Lösungsansätzen in folgenden fachlichen Themenbereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Managements,</li> <li>• Aufgabenmanagement,</li> <li>• Beziehungsmanagement,</li> <li>• Selbstmanagement sowie</li> <li>• ausgewählten Fokusthemen.</li> </ul> <p><b>Methodische Kompetenzen</b><br/> Innerhalb der fachlichen Themenbereiche wenden die Teilnehmenden ausgewählte Methoden an, in den Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zieldefinition und -dokumentation</li> <li>• Ist-Analyse</li> <li>• Entscheidung und Umsetzung von Maßnahmen.</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen</b><br/> Im Sinne einer technoökonomischen Ausbildung erstrecken sich Fachkenntnisse und Anwendungsfertigkeiten sowohl auf Modelle und Methoden aus der Betriebswirtschaftslehre als auch auf Modelle und Methoden der (Wirtschafts-)Informatik. Dort, wo es geboten und möglich erscheint, ermutigt die Veranstaltung die Teilnehmenden zur kreativen Synthese dieser Elemente aus verschiedenen fachlichen Disziplinen.</p> <p><b>Schlüsselkompetenzen</b><br/> Das didaktische Konzept fördert darüber hinaus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erfahrungsbasiertes Lernen (Selbst-Reflexion),</li> <li>• Teamarbeit,</li> <li>• zweckmäßige mündliche und schriftliche Kommunikation sowie</li> <li>• multiperspektivisches Denken; insbesondere unter Einbezug ethischer und nachhaltigkeitsbezogener Aspekte.</li> </ul> |           |
| <p><b>Bemerkung:</b><br/> Wir empfehlen diese Veranstaltung zu besuchen, wenn Sie überlegen oder beabsichtigen eine Masterarbeit an der Professur für Wirtschaftsinformatik und Management Support (Prof. Meier) zu verfassen, weil in dieser Veranstaltung fachliche und methodische Grundlagen für das Themenspektrum der von uns betreuten Abschlussarbeiten gelegt werden.</p>   |           |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/> Gesamt: 180 Std.<br/> 69 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/> 42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br/> 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>  |           |

|  |  |  |
|--|--|--|
| 39 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundlegende Kenntnisse über den Zweck von Management-Support-Systemen, aktuelle Herausforderungen bei der Entscheidungsfindung, Datentransformation, multidimensionale Datenmodellierung sowie Analytik. |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <p><b>Modulteil: <a href="#">Advanced Management Support</a></b><br/> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br/> <b>Sprache:</b> Deutsch<br/> <b>SWS:</b> 4</p>   |
| <p><b>Literatur:</b><br/> Wird in Digicampus bekannt gegeben.</p>  |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Advanced Management Support (Master)</b> (Vorlesung + Übung)<br/> Die ANMELDUNG zu diesem Kurs ist nur bis 18.04.2023 möglich. Gründe dafür sind: (1) Wir stellen Ihnen komplette wissenschaftliche Artikel zur Verfügung und die Begrenzung der Gruppe, die darauf zugreifen darf, ist urheberrechtlich nötig. (2) In diesem Kurs wird ein gruppenspezifischer Prozess stattfinden, der übermäßig gestört wird, wenn nachträglich Teilnehmende hinzukommen. Agenda 1. Bedienungsanleitung für den Kurs --- Ziele, Inhalte, Ablauf 2. Management-Fundamente --- Aktuelle Fakten und Trends, Grundmodelle 3. Aufgabenmanagement --- Zielsetzung, Entscheidungen über Aufgabenpriorisierung, motiviert Handeln 4. Beziehungsmanagement --- Beziehungsmodelle, authentische und klare Kommunikation 5. Persönlichkeitsmanagement --- Mustererkennung, bewusster Verhaltenswandel 6. Abrundung und ausgewählte Fokusthemen --- Cybersecurity, aktuelle Forschung Der Kurs wird derzeit grundlegend überarbeitet. Erste Teile des Kursmaterials werden ab 6.4.2023 freigeschaltet sein.<br/> ... (weiter siehe Digicampus)</p> |
| <p><b>Prüfung</b><br/> <b>Advanced Management Support</b><br/> Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten<br/> <b>Prüfungshäufigkeit:</b><br/> jedes Semester</p>   |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul WIW-5150: Seminar zur empirischen Makroökonomik (Master)</b><br><i>Seminar in Empirical Macroeconomics (Master)</i>   |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 3.0.0 (seit WS16/17 bis SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Alfred Maußner  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden erwerben die Fähigkeit <ul style="list-style-type: none"> <li>• anspruchsvolle Forschungsarbeiten zu lesen, nachzuvollziehen, kritisch zu beurteilen,</li> <li>• komplexe Modelle zu formulieren und mit deren Hilfe neueste Forschungsergebnisse zu validieren,</li> <li>• fortgeschrittene Methoden der Ökonometrie anzuwenden.</li> </ul> <b>Methodische und fachübergreifende Kompetenz sowie Schlüsselqualifikation:</b><br>Die Studierenden erwerben die Fähigkeit eine wissenschaftliche Arbeit zu schreiben, diese zu präsentieren und gegenüber anderen zu verteidigen. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>70 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>8 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)<br>60 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)<br>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Erfolgreicher Besuch der Vorlesung Computational Macroeconomics.  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Seminararbeit und Vortrag |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>3.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Seminar zur empirischen Makroökonomik (Master)</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 4   |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>abhängig von der Themenauswahl  |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Seminar zur empirischen Makroökonomik (Master)</b><br>Schriftlich-Mündliche Prüfung<br><b>Beschreibung:</b><br>jährlich<br>Seminararbeit und Vortrag  |   |  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Modul WIW-5160: Gesundheitsökonomik - Health Economics</b><br><i>Health Economics</i>   | 6 ECTS/LP  |
| Version 2.4.0 (seit SoSe17 bis SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Nuscheler   |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Professional competences:</b></p> <p>Students are able to analyze insurance markets and to determine the equilibrium of the insurance market under alternate information constraints and equilibrium concepts. They will be able to distinguish between important market failures in health insurance markets, namely, the free-riding problem, adverse selection, ex ante moral hazard, and ex post moral hazard. Students will be able to pin down the respective market failures and to develop public policy responses that are suited to mitigate the associated welfare losses. Moreover, students need to understand the problem of risk selection in regulated competitive health insurance markets and be aware of the prime policy responses that aim at reducing the health insurers' incentives to engage in risk selection, namely, risk adjustment and risk sharing. Students will be able to explain that imperfect risk adjustment requires a tradeoff between the inefficiencies arising from direct and indirect risk selection. Finally, students understand the principles of the political economy of health care financing and are familiar with the most important financing aspects of the German health care system.</p> <p><b>Methodological competences:</b></p> <p>After completing this course, students will be able to apply the concepts of welfare economics, information economics and incentives to health insurance markets and to health care financing more generally. This includes the identification of market failures and the development of suited public policy responses. The presentation of empirical research papers enables students to apply their econometric competences to assess the validity of hypotheses derived from economic theory.</p> <p><b>Interdisciplinary skills:</b></p> <p>A solid understanding of welfare economics and information economics is crucial for understanding the pitfalls and challenges in the field of health economics and beyond. After all, many markets of public concern are plagued by information constraints, e.g., the labor market and, rather generally, markets for goods with imperfect competition. The methods acquired in this course can easily be applied to these markets.</p> <p><b>Key competences:</b></p> <p>Students are able to analyze relevant markets, assess their efficiency properties, and suggest - if necessary - optimal public policy responses or regulations. As part of this, students are able to reduce research questions to their core, analyze them using modern microeconomic theory, and competently present and defend their results.</p> |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>50 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>28 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p>   |  |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>A solid understanding of the concepts of microeconomics and constrained optimization is an advantage. Ideally, participants should have attended the course "Mikroökonomik (Master)" (Advanced Microeconomics). While the content of the lecture is largely applied micro economic theory, the assigned research papers for presentations will have an empirical focus. Basic knowledge of econometrics is an advantage. Participation in the course "Mikroökonomie" (Microeconomics) is recommended.</p>  | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Passing the module examination</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteil</b>  |  |  |
| <b>Modulteil: Gesundheitsökonomik - Health Economics (Vorlesung)</b>                            |  |  |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  |  |  |
| <b>Sprache:</b> Englisch  |  |  |
| <b>SWS:</b> 2   |  |  |
| <b>Literatur:</b>   |  |  |
| Zweifel, Breyer und Kifmann (2009): Health Economics, 2nd edition. Springer-Verlag, Heidelberg. |  |  |
| Supplementary material will be announced in class.  |  |  |
| <b>Modulteil: Gesundheitsökonomik - Health Economics (Übung)</b>                                |  |  |
| <b>Lehrformen:</b> Übung  |  |  |
| <b>Sprache:</b> Englisch  |  |  |
| <b>SWS:</b> 2   |  |  |
| <b>Prüfung</b>  |  |  |
| <b>Gesundheitsökonomik</b>  |  |  |
| Portfolioprüfung  |  |  |
| <b>Beschreibung:</b>  |  |  |
| every semester  |  |  |
| Presentation, mid and end examination   |  |  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul WIW-5151: Seminar Gesundheitsökonomik (Master)</b><br><i>Health Economics Seminar (Master)</i>  |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 2.2.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Robert Nuscheler   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach erfolgreicher Teilnahme am Seminar sind die Studierenden in der Lage, die bisher im Studium erlernten Methoden und Kenntnisse auf neue Themengebiete anzuwenden und dabei eine wissenschaftliche Fragestellung zu analysieren. Hierzu lesen die Studierenden aktuelle und/oder wegweisende Aufsatzliteratur aus Fachzeitschriften und entwickeln ein Verständnis für die dargelegten Themen. Anhand einer vorgegebenen Thematik und Anfangsliteratur entwickeln die Studierenden eine Forschungsfrage und beantworten diese in einer Seminararbeit mit anschließendem Vortrag und Diskussion. Hauptziel dieses Moduls ist es, Studierende an systematisches, wissenschaftliches Arbeiten heranzuführen. Darüber hinaus erwerben sie selektiv Kenntnisse zum aktuellen Forschungsstand im bearbeiteten Bereich. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>18 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)<br>25 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>35 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>60 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)<br>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Health Economics (Gesundheitsökonomik) und Ökonometrie oder Mikroökonomie.  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Seminararbeit und Vortrag |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Seminar Gesundheitsökonomik (Master)</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 4   |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>Abhängig von der Themenauswahl.   |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Seminar Gesundheitsökonomik (Master)</b><br>Schriftlich-Mündliche Prüfung<br><b>Beschreibung:</b><br>jährlich<br>Seminararbeit und Vortrag  |   |  |



|  |   |
|--|---|
| <b>Modul WIW-5159: Wettbewerbstheorie und -politik</b><br><i>Competition theory and policy</i>   | 6 ECTS/LP   |
| Version 2.6.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Welzel  |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, wettbewerbspolitische Maßnahmen zu verstehen und zu bewerten. Sie erkennen verschiedene Marktstrukturen, wie Cournot-Oligopol, Bertrand-Oligopol, dominantes Unternehmen mit Wettbewerbsrand usw., und können wettbewerbsmindernde Strategien der Unternehmen, sei es durch Kooperation oder durch Missbrauch ihrer Marktmacht, sowie die damit verbundenen Auswirkungen auf die Wettbewerbsergebnisse analysieren und bewerten. Außerdem kennen sie die zentralen Regelungen des deutschen und des europäischen Wettbewerbsrechts und können in konkreten Fallbeispielen eine erste Einschätzung hinsichtlich der Zulässigkeit nach dem deutschen Wettbewerbsrecht geben. Zudem sind sie in der Lage, die Wirkung wettbewerbspolitischer Instrumente zu analysieren.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Partialmärkte mit verschiedenen Marktstrukturen mit mikro- und industrieökonomischen Methoden zu analysieren, die Auswirkungen strategischer Entscheidungen auf das Marktverhalten und das Marktergebnis sowie die Wirkung regulatorischer Maßnahmen zu verdeutlichen sowie eine wohlfahrtsökonomische Bewertung vorzunehmen. Dabei sind sie insbesondere in der Lage, mathematische Methoden für Optimierungsprobleme mit Nebenbedingungen kompetent anzuwenden. Weiterhin können die Studierenden die Probleme nicht nur analytisch lösen, sondern auch grafisch veranschaulichen. Im Idealfall sind sie zudem in der Lage, die theoretischen Konzepte in ersten eigenen Forschungsfragen der mikro- und industrieökonomischen Wettbewerbstheorie anzuwenden.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden können das Erlernte in weiteren Veranstaltungen der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät anwenden. Darüber hinaus sind sie in der Lage, aktuelle Entscheidungen von Wettbewerbsbehörden zu analysieren und regulatorische Maßnahmen zu bewerten. Außerdem sind sie in der Lage, die Argumente und Ergebnisse aktueller Beiträge des Literaturfelds nachzuvollziehen, die Ergebnisse zu interpretieren und einzuordnen und auf mögliche weiterführende Forschungsfragen hinzuweisen. Zudem können die Studierenden selbständig Lösungen zu verwandten Problemen herleiten und die Erkenntnisse diskutieren.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <p>Die Studierenden können nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul wettbewerbsmindernde Strategien der Unternehmen erkennen und verstehen und können die Maßnahmen der praktischen Wettbewerbspolitik in Deutschland und der Europäischen Union theoretisch fundiert bewerten.</p> |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>38 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>40 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)</p> <p>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)</p>  |   |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Mathematik (insbesondere sicherer Umgang im Rechnen mit binomischen Formeln, Brüchen sowie im Lösen linearer Gleichungssysteme; außerdem Beherrschung der Differentiation von Funktionen mit einer und mehreren Variablen), statistische Grundlagen (insbesondere sicherer Umgang im Rechnen mit Erwartungswert und Varianz), mikroökonomische Grundlagen</p>  | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Bestehen der Modulprüfung</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
| (Indifferenzkurve, Nutzenfunktion, Nachfragefunktion, Marktmacht im Monopol/Oligopol, Gewinn- bzw. Nutzenmaximierung, Wohlfahrt). |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 2.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <p><b>Modulteil: Wettbewerbstheorie und -politik (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br/> <b>Sprache:</b> Deutsch<br/> <b>SWS:</b> 2</p>  |
| <p><b>Literatur:</b></p> <p>AEU-Verträge, Artikel 101 und 102 in der aktuellen Fassung.</p> <p>Bunte, H-J., Stancke, F. (2016), Kartellrecht, München: C-H. Beck.</p> <p>Church, J., Ware, R. (2000), Industrial Organization. A Strategic Approach, Boston.</p> <p>Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen in der aktuellen Fassung.</p> <p>Motta, M. (2004), Competition Policy, Cambridge: Cambridge University Press.</p> <p>Schmidt, I., Haucap, J. (2013), Wettbewerbspolitik und Kartellrecht. Eine interdisziplinäre Einführung, 10. Aufl., De Gruyter Oldenbourg.</p> |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Wettbewerbstheorie und -politik (Vorlesung + Übung)</b><br/>         GLIEDERUNG 1. Motivation und Einführung 2. Wettbewerbstheoretische, -politische und methodische Grundlagen<br/>         3. Horizontale und vertikale Wettbewerbsbeschränkungen 4. Missbrauchskontrolle 5. Fusionskontrolle</p>  |
| <p><b>Modulteil: Wettbewerbstheorie und -politik (Übung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung<br/> <b>Sprache:</b> Deutsch<br/> <b>SWS:</b> 2</p>  |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Wettbewerbstheorie und -politik (Vorlesung + Übung)</b><br/>         GLIEDERUNG 1. Motivation und Einführung 2. Wettbewerbstheoretische, -politische und methodische Grundlagen<br/>         3. Horizontale und vertikale Wettbewerbsbeschränkungen 4. Missbrauchskontrolle 5. Fusionskontrolle</p>  |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Wettbewerbstheorie und -politik</b><br/>         Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 60 Minuten</p> <p><b>Beschreibung:</b><br/>         jedes Semester<br/>         Portfolioprüfung: Klausur und zwei bewertete Übungsblätter</p>   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul WIW-5157: Seminar Industrial Economics and Information (Master)</b><br><i>Seminar "Industrial Economics and Information"</i>   |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 2.2.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Welzel   |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, sich selbständig einen industrieökonomischen Literaturzweig zu erarbeiten, indem sie die zugehörige Literatur erkennen und verstehen.</p> <p><b>Methodische Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, mikro- und industrieökonomische Modelle zu verstehen, die aufgezeigten Zusammenhänge und Ergebnisse von verschiedenen Seiten zu beleuchten und auf mögliche weiterführende Forschungsfragen hinzuweisen oder diese im besten Fall eigenständig zu analysieren. Sie wissen, wie wissenschaftliche Quellen zu finden sind, und können die für ihre Fragestellung relevanten Beiträge auswählen. Zudem sind sie in der Lage, die in der Literatur angeführten Argumente zu systematisieren und in einer eigenen wissenschaftlichen Arbeit systematisch und verständlich darzustellen. Zudem lernen die Studierenden, ihre Erkenntnisse in einer kurzen Präsentation vorzustellen und zu diskutieren.</p> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b></p> <p>Die in diesem Modul vermittelten Kenntnisse und Methoden sind Grundlage für das Verfassen einer eigenen fortgeschrittenen wissenschaftlichen Arbeit, wie z.B. der Masterarbeit. Aber auch im späteren Berufsleben wird regelmäßig das Erarbeiten relevanter Beiträge sowie eine kurze und prägnante Darstellung in schriftlicher und verbaler Form gefordert. Zudem lernen die Studierenden, ihre Erkenntnisse vor Publikum vorzustellen und gemeinsam zu diskutieren.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <p>Die Studierenden können nach erfolgreicher Teilnahme auf wissenschaftlich hinreichendem Niveau Zusammenhänge der theoretischen und empirischen industrieökonomischen Literatur zu einem Thema verstehen, kritisch durchdenken und bewerten, sowie die Erkenntnisse zusammenfassen und erläutern.</p> |   |   |
| <p><b>Bemerkung:</b></p> <p>Informationen zum Bewerbungsprozess finden Sie bei der zugehörigen Veranstaltung in Digicampus und auf der Homepage des Lehrstuhls Welzel.</p>  |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 180 Std.</p> <p>42 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p> <p>18 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>   |   |   |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Vorausgesetzt werden die für das Literaturverständnis erforderlichen Englischkenntnisse sowie die Fähigkeit, sich selbständig in ein Literaturfeld einzuarbeiten und eine schriftliche Arbeit dazu anzufertigen (Lektüreempfehlung: Plümper, T. (2012), Effizient schreiben, 3. Aufl., München: Oldenbourg Verlag). Zur Literaturbearbeitung sind außerdem mikroökonomische Grundlagen nötig (Indifferenzkurve, Nutzenfunktion, Nachfragefunktion, Marktmacht im Monopol/Oligopol, Gewinn- bzw. Nutzenmaximierung, Wohlfahrt).</p>  |   | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Bestehen der Modulprüfung</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p>  | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b></p> <p>2.</p> | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b></p> <p>1 Semester</p>          |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Moduleile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Seminar Industrial Economics &amp; Information (Master)</b>   |   |  |
| <b>Lehrformen:</b> Seminar  |   |  |
| <b>Sprache:</b> Deutsch   |   |  |
| <b>SWS:</b> 4   |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>Wird jeweils dem Thema angepasst.  |   |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>   |   |  |
| <b>Projektseminar "Industrial Economics &amp; Information" (Master) (Seminar)</b><br>Für dieses Seminar wird jedes Jahr ein Themenkomplex festgelegt. Informationen dazu sowie zum Bewerbungsprozess finden Sie bei der zugehörigen Veranstaltung in Digicampus und auf der Homepage des Lehrstuhls Welzel. |   |  |
| <b>Prüfung</b>  |   |  |
| <b>Seminar Industrial Economics &amp; Information (Master)</b><br>Kombiniert schriftlich-mündliche Prüfung  |   |  |
| <b>Beschreibung:</b><br>jährlich  |   |  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Modul WIW-5153: Finanzintermediation und Regulierung<br/>(Stabilität im Finanzsektor)</b><br><i>Financial Intermediation and Regulation (Master)</i>  | 6 ECTS/LP  |
| Version 2.5.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Welzel   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b><br>Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, mikro- und industrieökonomische Aspekte des Finanzsektors zu analysieren. Konkret verstehen sie auf der Ebene der einzelnen Bank und des Bankensystems theoretische Überlegungen zu Wettbewerb, Relationship Banking, Kredit- und Liquiditätsrisiko und können Aussagen zu Stabilität und Ansteckungseffekten treffen. Außerdem lernen sie regulatorische Maßnahmen kennen und verstehen ihre Wirkungsmechanismen.<br><b>Methodische Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden sind in der Lage, mit mikro- und industrieökonomischen Methoden Aspekte des Finanzsektors - insbesondere des Bankensektors - zu analysieren und können die Wirkung regulatorischer Maßnahmen analysieren und bewerten. Dabei sind sie insbesondere in der Lage, mathematische Methoden für Optimierungsprobleme mit Nebenbedingungen kompetent anzuwenden. Weiterhin können die Studierenden die Probleme nicht nur analytisch lösen, sondern auch grafisch veranschaulichen. Im Idealfall sind sie zudem in der Lage, die theoretischen Konzepte in ersten eigenen Forschungsfragen der mikro- und industrieökonomischen Bankenforschung anzuwenden.<br><b>Fachübergreifende Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden können das Erlernte in weiteren, insbesondere finanz- und bankorientierten Veranstaltungen der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät anwenden. Darüber hinaus sind sie in der Lage, aktuelle Entscheidungen von Finanzinstituten zu analysieren und regulatorische Maßnahmen zu bewerten. Außerdem sind sie in der Lage, die Argumente und Ergebnisse aktueller Beiträge des Literaturfelds nachzuvollziehen, die Ergebnisse zu interpretieren und einzuordnen und auf mögliche weiterführende Forschungsfragen hinzuweisen. Zudem können die Studierenden selbständig Lösungen zu verwandten Problemen herleiten und die Erkenntnisse diskutieren.<br><b>Schlüsselqualifikationen:</b><br>Die Studierenden sind nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul in der Lage, in einer eigenständigen Analyse aktuelle Probleme und Entwicklungen des Finanzsektors theoretisch fundiert zu analysieren, zu bewerten und zu diskutieren. |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>18 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Mathematik (insbesondere sicherer Umgang im Rechnen mit binomischen Formeln, Brüchen sowie im Lösen linearer Gleichungssysteme; außerdem Beherrschung der Differentiation von Funktionen mit einer und mehreren Variablen), statistische Grundlagen (insbesondere sicherer Umgang im Rechnen mit Erwartungswert und Varianz), mikroökonomische Grundlagen (Indifferenzkurve, Nutzenfunktion, Nachfragefunktion, Marktmacht im Monopol/Oligopol, Gewinn- bzw. Nutzenmaximierung, Wohlfahrt). Hilfreich ist der Besuch der Bachelorvorlesungen Finanzintermediation und Regulierung (Lektüreempfehlung: Freixas, X., Rochet, J-C., Microeconomics of Banking, 2nd ed., MIT Press, Cambridge 2008) sowie Anreiz- und Kontrakttheorie   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |

|  |  |  |
|--|--|--|
| (Lektüreempfehlung: Macho-Stadler, I., Pérez-Castrillo, J.D., An Introduction to the Economics of Information: Incentives and Contracts, 2nd ed., Oxford University Press, Oxford 2001). |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> 1.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |

|  |
|--|
| <b>Moduleile</b>   |
| <p><b>Moduleil: Finanzintermediation und Regulierung (Stabilität im Finanzsektor) (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br/> <b>Sprache:</b> Deutsch<br/> <b>SWS:</b> 2</p>  |
| <p><b>Literatur:</b></p> <p>Allen, F., Gale, D. (2007), Understanding Financial Crises, New York, Oxford University Press.</p> <p>Bolton, P., Freixas, X. (2006), Corporate Finance and the Monetary Transmission Mechanism, Review of Financial Studies, vol. 19, 829-870.</p> <p>Degryse, H., Kim, M., Ongena, S. (2009), Microeconometrics of Banking: Methods, Applications, and Results, Oxford: Oxford University Press.</p> <p>Dewatripont, M., Tirole, J. (1994), The Prudential Regulation of Banks, Cambridge, MA: MIT Press.</p> <p>Freixas, X., Rochet, J.-C. (2008), Microeconomics of Banking, 2nd ed., Cambridge, MA: MIT Press.</p> <p>Hartmann-Wendels, T., Pfingsten, A., Weber, M. (2019), Bankbetriebslehre, 7. Aufl., Berlin: Springer-Verlag. Kreditwesengesetz (KWG) in der aktuellen Fassung.</p> <p>Neuberger, D. (1998), Industrial Organization of Banking: A Review, International Journal of the Economics of Business, vol. 5, 97-118.</p> |
| <p><b>Moduleil: Finanzintermediation und Regulierung (Übung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung<br/> <b>Sprache:</b> Deutsch<br/> <b>SWS:</b> 2</p>   |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Finanzintermediation und Regulierung</b></p> <p>Portfolioprüfung / Prüfungsdauer: 60 Minuten</p> <p><b>Beschreibung:</b></p> <p>jedes Semester</p> <p>Portfolioprüfung: Klausur und zwei bewertete Übungsblätter</p>   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul WIW-5161: Umweltökonomik</b><br><i>Environmental Economics</i>  |   | 6 ECTS/LP   |
| Version 2.1.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Michaelis   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul besitzen die Studierenden ein tiefes, auf mikroökonomischen Modellen basierendes Verständnis für die Zusammenhänge zwischen Ökonomie und Umweltschutz. Dies betrifft insbesondere die für den Umweltschutzbereich klassischen Formen von Marktversagen sowie die entsprechenden Möglichkeiten des Staates, korrigierend in das Marktgeschehen einzugreifen. Die Studierenden sind in der Lage, mikroökonomische Modelle zu konzipieren, mit deren Hilfe sie die Eigenschaften unterschiedlicher Regulierungsmaßnahmen auf gesamtwirtschaftlicher, sektoraler und einzelwirtschaftlicher Ebene analysieren können. Die Studierenden sind darüber hinaus in der Lage, die im Rahmen der Diskussion um Umwelt und Ökonomie vorgebrachten Argumente kritisch zu reflektieren, sich eine eigenständige, ökonomisch fundierte Meinung zu bilden und kompetent an dieser Diskussion teilzunehmen. |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>69 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>69 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Fundierte Kenntnisse in Mikroökonomik I und II. Ausgeprägtes Verständnis für mathematische Modelle. Hohe Arbeitsmotivation. Bereitschaft zur Vorbereitung anhand des zur Verfügung gestellten Manuskripts. Bereitschaft zur selbständigen Bearbeitung von Übungsaufgaben.   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>schriftliche Prüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester     |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Moduleile</b>   |   |   |
| <b>Moduleil: Umweltökonomik (Vorlesung)</b>  |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |   |   |
| <b>SWS:</b> 2  |   |   |
| <b>Literatur:</b>  |   |   |
| <b>Basisliteratur:</b><br>Zur Verfügung gestelltes Vorlesungsmanuskript.   |   |   |
| <b>Ergänzende Literatur:</b><br>Chapman, D. (2000): Environmental Economics, Reading, Ms.<br>Tietenberg, T. und L. Lewis (2009): Environmental and Natural Resource Economics, Boston.<br>Siebert, H. (2008): Economics of the Environment, Berlin.<br>Hussen, M. (2004): Principles of Environmental Economics, New York.<br>Weitere ergänzende Literatur wird bekannt gegeben.<br>Für Studierende des Masterstudiengangs WING empfehlen wir dringend die folgende Lektüre als Vorbereitung auf den Kurs: H.R. Varian, Grundzüge der Mikroökonomik, 9. Auflage 2016 (München) Kapitel 2 bis 6, 8 bis 9, 15 und 19 bis 24 Bei Verwendung einer älteren Auflage bitte die abweichende Nummerierung der Kapitel beachten.  |   |   |

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Umweltökonomik** (Vorlesung + Übung)

Externe Effekte, Öffentliche Güter, Gleichgewichtsanalyse, Pigou-Steuer, Umweltpolitische Instrumente, optimale Umweltpolitik, technischer Fortschritt, Emissionshandel, Emissionssteuern.

**Modulteil: Umweltökonomik (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Umweltökonomik** (Vorlesung + Übung)

Externe Effekte, Öffentliche Güter, Gleichgewichtsanalyse, Pigou-Steuer, Umweltpolitische Instrumente, optimale Umweltpolitik, technischer Fortschritt, Emissionshandel, Emissionssteuern.

**Prüfung**

**Umweltökonomik**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

jedes Semester



|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul WIW-5154: Internationale Umweltpolitik II</b><br><i>International Environmental Policy II</i>   |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 2.0.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Michaelis   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Durch die erfolgreiche Teilnahme an der Lehrveranstaltung <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen die Studierenden ein Verständnis für die Unterschiede, die zwischen der Lösung von Umweltproblemen im nationalen Rahmen und auf internationaler Ebene bestehen;</li> <li>• haben die Studierenden die Fähigkeit, anhand von Erklärungsansätzen der Spieltheorie und der Public Choice Theorie einzuschätzen, unter welchen Bedingungen kooperatives bzw. nichtkooperatives Verhalten von Staaten bei der Lösung internationaler Umweltprobleme zu erwarten ist;</li> <li>• verfügen die Studierenden über vertiefte Kenntnisse der Instrumente, die zur Lösung internationaler Umweltprobleme eingesetzt werden können;</li> <li>• kennen die Studierenden die ökonomischen Wirkungen dieser Instrumente und die politischen Implikationen, die beim Einsatz dieser Instrumente von Bedeutung sind und können auf dieser Grundlage qualifiziert an der Diskussion um die internationale Klimapolitik und andere Bereiche der internationalen Umweltpolitik teilnehmen.</li> </ul> |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>50 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)<br>10 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)<br>42 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>38 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>schriftliche Prüfung, Hausarbeit und Präsentation |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 4.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester                                  |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Internationale Umweltpolitik II (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |   |  |

**Literatur:**

- Barrett, Scott, Environment and Statecraft, The Strategy of Environmental Treaty-making, Oxford 2005.
- Bossert, Albrecht, Internationale Umweltkooperation im Fall von Ostsee und Nordsee - was erklärt die Unterschiede?, in: Institut für Volkswirtschaftslehre, Volkswirtschaftliche Diskussionsreihe, Beitrag Nr. 235, Augsburg 2003.
- Henrichs, Ralf, Die Implementierung der Kyoto-Mechanismen und die Analyse der Verhandlungsstrategien der Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention, Frankfurt am Main 2001.
- Krumm, Raimund, Internationale Umweltpolitik, Berlin u.a. 1996.
- Perman, Roger, u.a., Natural Resource and Environmental Economics, 4. Aufl., Harlow u.a. 2011.
- Simonis, Udo E., Globale Umweltpolitik. Ansätze und Perspektiven, Mannheim u.a. 1996.
- Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen, Über Kioto hinaus denken - Klimaschutzstrategien für das 21. Jahrhundert, Sondergutachten, Berlin 2003.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Internationale Umweltpolitik II** (Vorlesung + Übung)

Folgewirkungen internationaler Umweltprobleme; Kooperation bzw. Nichtkooperation von Staaten aus spieltheoretischer Sicht; Ziele, Prinzipien, Instrumente und Akteure der internationalen Umweltpolitik; Praxis der internationalen Umweltpolitik. Hinweise für Studierende des Master Umweltethik wird der Dozent rechtzeitig bekannt geben.

**Modulteil: Internationale Umweltpolitik II (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Internationale Umweltpolitik II** (Vorlesung + Übung)

Folgewirkungen internationaler Umweltprobleme; Kooperation bzw. Nichtkooperation von Staaten aus spieltheoretischer Sicht; Ziele, Prinzipien, Instrumente und Akteure der internationalen Umweltpolitik; Praxis der internationalen Umweltpolitik. Hinweise für Studierende des Master Umweltethik wird der Dozent rechtzeitig bekannt geben.

**Prüfung**

**Internationale Umweltpolitik II**

Modulprüfung / Prüfungsdauer: 60 Minuten

**Beschreibung:**

jährlich

schriftliche Prüfung, Hausarbeit und 30 Min. Präsentation

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul INF-0043: Einführung in die algorithmische Geometrie</b><br><i>Introduction to Computational Geometry</i>  |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe13)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Torben Hagerup   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Kenntnis fundamentaler Probleme und Algorithmen der algorithmischen Geometrie der Ebene und die Fähigkeit, diese an leicht veränderte Rahmenbedingungen anzupassen und zu analysieren.   |   |   |
| <b>Schlüsselqualifikationen:</b><br>Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Beherrschung effektiver Lern- und Arbeitstechniken; Abstraktionsfähigkeit; Akribie; Qualitätsbewusstsein.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 150 Std.<br>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>30 Std. Übung (Präsenzstudium) |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Empfehlenswert: Gutes Verständnis des Informatik III-Stoffes<br>Modul Informatik 3 (INF-0111) - empfohlen  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 4.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Einführung in die algorithmische Geometrie (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Es werden grundlegende Konzepte, Algorithmen und Datenstrukturen der algorithmischen Geometrie der zweidimensionalen Ebene behandelt. Beispiele: konvexe Hüllen, Schnitt von Geradensegmenten, planare Unterteilungen, Triangulierung.   |   |   |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>M. de Berg, M. van Kreveld, M. Overmars und O. Schwarzkopf, Computational Geometry - Algorithms and Applications, Springer, 1997.</li> </ul>   |   |   |
| <b>Modulteil: Einführung in die algorithmische Geometrie (Übung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Einführung in die algorithmische Geometrie (mündliche Prüfung)</b><br>Mündliche Prüfung, Dauer: 30-45 Minuten  |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul INF-0044: Einführung in parallele Algorithmen</b><br><i>Introduction to Parallel Algorithms</i>  |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe13)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Torben Hagerup   |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Kenntnis verschiedener Modelle des parallelen Rechnens und grundlegender paralleler Algorithmen. Verständnis für wichtige Methoden der Parallelisierung und für die Grenzen der Parallelverarbeitung. Die Fähigkeit, einfache parallele Algorithmen zu entwerfen und zu analysieren.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b><br/>Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Beherrschung effektiver Lern- und Arbeitstechniken; Abstraktionsfähigkeit; Akribie; Qualitätsbewusstsein.</p>  |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 150 Std.<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p>  |   |   |
| <p><b>Voraussetzungen:</b><br/>Empfehlenswert: Gutes Verständnis des Informatik III-Stoffes<br/>Modul Informatik 3 (INF-0111) - empfohlen</p>   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 4.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <p><b>Modulteil: Einführung in parallele Algorithmen (Vorlesung)</b><br/><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br/><b>Sprache:</b> Deutsch<br/><b>SWS:</b> 2</p>   |   |   |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>Parallele Algorithmen sind Algorithmen, die von mehreren gleichzeitig operierenden Prozessoren ausgeführt werden, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen. Parallelverarbeitung wird zur Geschwindigkeitssteigerung eingesetzt und ist in modernen Rechnersystemen allgegenwärtig, wenn auch größtenteils vor den Benutzern versteckt. Die Parallelisierung eines vorliegenden sequentiellen Algorithmus ist manchmal fast trivial, aber nicht deswegen weniger nützlich, manchmal ausgesprochen schwierig, und manchmal nach heutigem Wissen unmöglich. Die Vorlesung behandelt verschiedene Modelle des parallelen Rechnens, grundlegende parallele Algorithmen, fundamentale Prinzipien der Parallelverarbeitung und untere Schranken für parallele Algorithmen.</p> |   |   |
| <p><b>Literatur:</b><br/>J. JáJá, Introduction to Parallel Algorithms, Addison-Wesley, 1992</p>   |   |   |
| <p><b>Modulteil: Einführung in parallele Algorithmen (Übung)</b><br/><b>Lehrformen:</b> Übung<br/><b>Sprache:</b> Deutsch<br/><b>SWS:</b> 2</p>   |   |   |

**Prüfung**

**Einführung in parallele Algorithmen (mündliche Prüfung)**

Mündliche Prüfung, Dauer: 30-45 Minuten

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul INF-0045: Flüsse in Netzwerken</b><br><i>Network Flow</i>  |  | 8 ECTS/LP                                    |
| Version 1.1.0 (seit SoSe13)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Torben Hagerup   |  |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Familiarity with and an understanding of several flow algorithms and their analysis; an ability to model real-life phenomena by flow networks, to evaluate the adequacy of flow models and to select suitable flow algorithms for each model.<br/>(Kenntnis und Verständnis verschiedener Flussalgorithmen und ihrer Analyse; Fähigkeit zur selbstständigen Modellierung durch Flussprobleme, zur Bewertung der Modellierung und zur Auswahl geeigneter Flussalgorithmen für jedes Modell.)</p> <p><b>Key Qualifications:</b> effective learning and working techniques; analytical, logical and conceptual reasoning; concise formulation, capacity for abstract thinking, meticulousness, quality awareness.<br/><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Beherrschung effektiver Lern- und Arbeitstechniken; Abstraktionsfähigkeit; Akribie; Qualitätsbewusstsein.</p> |  |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 240 Std.<br/>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>  |  |  |
| <p><b>Voraussetzungen:</b><br/>A good understanding of basic algorithmic techniques and graph algorithms, as furnished by an introductory algorithms course (in Augsburg: Informatik 3).<br/>(Empfehlenswert: Gutes Verständnis des Informatik 3-Stoffes, insbesondere im Bereich der Graphenalgorithmen.)<br/>Modul Informatik 3 (INF-0111) - empfohlen</p>  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 4.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 6   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |  |  |
| <p><b>Modulteil: Network Flow (lecture)</b><br/><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br/><b>Sprache:</b> Englisch<br/><b>SWS:</b> 4</p>   |  |  |

**Inhalte:**

The course deals with flows in networks, algorithms for their computation and applications of flows to modelling and solving problems drawn from other areas. One can imagine a network as a system of "pipes" capable of transporting certain "goods". Every pipe has a capacity that indicates the rate with which goods can flow through the pipe. In some cases the transportation of goods through a pipe causes costs that depend on the pipe. For a given network a number of algorithmic questions can be meaningfully asked. We will focus on the max-flow problem of transporting a maximum flow of goods from a designated source to a designated sink in the network and study some of the best algorithms developed for this task. Towards the end of the semester we will turn to the more complicated min-cost max-flow problem.

(Die Vorlesung behandelt Flüsse in Netzwerken, Algorithmen zu ihrer Berechnung sowie Anwendungen von Flüssen bei der Modellierung und Lösung anderer algorithmischer Probleme. Ein Netzwerk kann man sich als ein System von "Rohrleitungen" vorstellen, die eine bestimmte "Ware" transportieren können. Jedes Rohr hat eine Kapazität, die angibt, wieviel Ware pro Zeiteinheit durch das Rohr fließen kann; hierbei entstehen eventuell zusätzlich Kosten, die von dem Rohr abhängen. Bei einem vorliegenden Netzwerk kann man sich eine Fülle algorithmischer Fragen stellen. Zentral für uns wird das Problem sein, einen möglichst großen Fluss an Waren von einer ausgezeichneten Quelle zu einer ausgezeichneten Senke zu erreichen (Max-Flow-Problem). Wir werden einige der besten Algorithmen für dieses Problem kennenlernen, insbesondere den Ende des 20. Jahrhunderts entdeckten Binary-Blocking-Flow-Algorithmus von Goldberg und Rao. Auch das Min-Cost-Max-Flow-Problem wird zur Sprache kommen.)

**Literatur:**

- Extensive course notes in English (Skript)
- R.K. Ahuja, T.L. Magnati und J. B. Orlin, Network Flows, Prentice Hall, 1993

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Network Flow (Flüsse in Netzwerken)** (Vorlesung)

**Modulteil: Network Flow (exercise)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Network Flow exercise (Übung zu Flüsse in Netzwerken)** (Übung)

**Prüfung****Network Flow (examination)**

Mündliche Prüfung, Dauer: 30-45 Minuten; oral exam, duration: 30-45 minutes

**Beschreibung:**

The examination will be held at the end of the semester. If required, a second examination can be offered the following semester.

(Die Prüfung findet zum Ende des Semesters statt. Es besteht bei Bedarf die Möglichkeit einer Nachholprüfung im Folgesemester.)

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0051: Algorithmen für NP-harte Probleme</b><br><i>Algorithms for NP-Hard Problems</i>   |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe13)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Torben Hagerup  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Kenntnis verschiedener algorithmischer Lösungsansätze für NP-harte Probleme und die Fähigkeit, diese sinnvoll im Kontext neuer Probleme einzusetzen, zu analysieren und zu bewerten.  |   |   |
| <b>Schlüsselqualifikationen:</b><br>Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Fähigkeit zur präzisen fachlichen Ausdrucksweise; Beherrschung effektiver Lern- und Arbeitstechniken; Abstraktionsfähigkeit; Problemlösungskompetenz; Qualitätsbewusstsein.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Empfehlenswert: Gutes Verständnis des Informatik III-Stoffes, insbesondere im Bereich der Graphenalgorithmen.<br>Modul Informatik 3 (INF-0111) - empfohlen  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Algorithmen für NP-harte Probleme (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 4  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>NP-harte Probleme können nach heutigem Wissen nicht in polynomieller Zeit auf einem üblichen Rechner gelöst werden. Ungeachtet dessen treten solche Probleme überaus häufig in der Praxis auf, z.B. bei vielen Planungsaufgaben, und es ist von großer ökonomischer Bedeutung, sie doch noch zu lösen, zumindest "so gut wie es geht". Die Vorlesung behandelt Methoden der Algorithmentheorie, die hierfür entwickelt wurden. Einige Stichpunkte: Approximationsalgorithmen, Branch-and-Bound, Parametrisierung. Es werden auch Grenzen dieser Methoden aufgezeichnet. |   |   |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> <li>• Ausiello et al., Complexity and Approximation, Springer, Berlin, 1999.</li> <li>• J. Hromkovic, Algorithmics for Hard Problems, Springer, Berlin, 2001.</li> </ul>  |   |   |
| <b>Modulteil: Algorithmen für NP-harte Probleme (Übung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |   |   |



**Prüfung**

**Algorithmen für NP-harte Probleme (mündliche Prüfung)**

Mündliche Prüfung, Dauer: 30-45 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0052: Einführung in die Komplexitätstheorie</b><br><i>Introduction to Complexity Theory</i>   |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe13)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Torben Hagerup  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis für zentrale Themen und Methoden der Komplexitätstheorie; die Fähigkeit, komplexitätstheoretische Sachverhalte und Fragen präzise zu formulieren und zu untersuchen.  |   |   |
| <b>Schlüsselqualifikationen:</b><br>Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Fähigkeit zur präzisen fachlichen Ausdrucksweise; Beherrschung effektiver Lern- und Arbeitstechniken; Abstraktionsfähigkeit; Problemlösungskompetenz; Qualitätsbewusstsein.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 150 Std.<br>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)                    |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Empfehlenswert: Gutes Verständnis des Stoffes aus Einführung in die Theoretische Informatik sowie Informatik III, insbesondere bzgl. Turing-Maschinen und Graphenalgorithmen.<br>Modul Informatik 3 (INF-0111) - empfohlen  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Einführung in die Komplexitätstheorie (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Aufbauend auf den in den Grundvorlesungen Einführung in die Theoretische Informatik und Informatik III gelegten Grundlagen werden wichtige Aspekte der Komplexitätstheorie behandelt. Das Anliegen der Komplexitätstheorie ist es, die inhärente Schwierigkeit von Berechnungsproblemen zu untersuchen und somit die prinzipiellen Grenzen effizienter Algorithmen zu beleuchten. |   |   |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> <li>• Christos H. Papadimitriou, Computational Complexity, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1994.</li> </ul>   |   |   |
| <b>Modulteil: Einführung in die Komplexitätstheorie (Übung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |   |   |

**Prüfung**

**Einführung in die Komplexitätstheorie (mündliche Prüfung)**

Mündliche Prüfung, Dauer: 30-45 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0053: I/O-effiziente Algorithmen</b><br><i>I/O-Efficient Algorithms</i>   |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe13)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Torben Hagerup  |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Verständnis für den effizienten Umgang mit Speicherhierarchien; Kenntnis grundlegender I/O-effizienter Algorithmen, insbesondere für Sortieren und verwandte Probleme; Fähigkeit zur Analyse und Bewertung einfacher neuer Algorithmen im I/O-Modell; Verständnis für die Grenzen I/O-effizienter Algorithmen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b><br/>Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Fähigkeit zur präzisen fachlichen Ausdrucksweise; Beherrschung effektiver Lern- und Arbeitstechniken; Abstraktionsfähigkeit; Problemlösungskompetenz; Qualitätsbewusstsein.</p>   |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 150 Std.<br/>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p>   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Empfehlenswert: Gutes Verständnis des Informatik III-Stoffes.<br>Modul Informatik 3 (INF-0111) - empfohlen  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: I/O-effiziente Algorithmen (Vorlesung)</b>   |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |   |   |
| <b>SWS:</b> 2  |   |   |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>Das klassische Berechnungsmodell der Random-Access-Machine (RAM) stößt zunehmend an seine Grenzen. Der Grund ist, dass moderne Rechner nicht über den "flachen" Speicher der RAM verfügen, bei dem alle Speicherzellen "gleichberechtigt" sind, sondern eine ausgefeilte Speicherhierarchie mit Caches, Hauptspeicher und Hintergrundspeicher(n) besitzen. Im Allgemeinen sind "näher am CPU" gelegene Speicher deutlich schneller, dafür aber kleiner, und ein effizienter Algorithmus muss versuchen, häufig benutzte Daten in Speicher mit kurzen Zugriffszeiten zu halten. In der Vorlesung werden wir uns, nach einer Einführung geeigneter Speichermodelle, aus theoretischer Sicht mit sogenannten I/O-effizienten oder "speicherbewussten" Algorithmen befassen, die die Anzahl der Datentransporte zwischen Stufen der Speicherhierarchie möglichst gering halten. Bereits für das Problem des Sortierens wird sich herausstellen, dass die "I/O-effiziente Welt" ganz anders aussieht als die "RAM-Welt".</p> |   |   |
| <p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> <li>• J.S. Vitter, Algorithms and data structures for external memory, Foundations and Trends in Theoretical Computer Science 2 (2008), pp. 305-474</li> </ul>   |   |   |

---

**Modulteil: I/O-effiziente Algorithmen (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**I/O-effiziente Algorithmen (mündliche Prüfung)**

Mündliche Prüfung, Dauer: 30-45 Minuten

**Beschreibung:**

Die Prüfung findet zum Ende des Semesters statt. Es besteht bei Bedarf die Möglichkeit einer Nachholprüfung im Folgesemester.

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0054: Datenstrukturen</b><br><i>Data Structures</i>   |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe13)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Torben Hagerup  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Kenntnis einer Reihe von nichtelementaren Datenstrukturen und ihrer Analyse; Fähigkeit zur Anpassung dieser Datenstrukturen an neue Anwendungen und zur Entwicklung neuer einfacher Datenstrukturen.  |   |   |
| <b>Schlüsselqualifikationen:</b><br>Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Fähigkeit zur präzisen fachlichen Ausdrucksweise; Beherrschung effektiver Lern- und Arbeitstechniken; Abstraktionsfähigkeit; Problemlösungskompetenz; Qualitätsbewusstsein.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Empfehlenswert: Gutes Verständnis des Informatik III-Stoffes.<br>Modul Informatik 3 (INF-0111) - empfohlen  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Moduleile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Datenstrukturen (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 4  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Datenstrukturen realisieren abstrakte Datentypen so, dass die Operationen der Datentypen besonders effizient ausgeführt werden können. Beispiele von Datenstrukturen sind balancierte Bäume und Hashtabellen. Datenstrukturen können mit objektorientierten Programmiersprachen als Klassen zur Verfügung gestellt werden. In der Vorlesung werden verschiedene Datenstrukturen behandelt, die über die in Informatik III behandelten Datenstrukturen hinausgehen, unter anderem die sogenannten dynamischen Bäume von Sleator und Tarjan, Range-Query-Strukturen und Suffix-Bäume. |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Skript  |   |   |
| <b>Modulteil: Datenstrukturen (Übung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |   |   |

---

**Prüfung**

**Datenstrukturen (mündliche Prüfung)**

Mündliche Prüfung, Dauer: 30-45 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul INF-0056: Online-Algorithmen</b><br><i>Online Algorithms</i>   |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe13)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Torben Hagerup   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Verständnis der Online-Problematik; Kenntnis fundamentaler Online-Probleme und -Algorithmen; Fähigkeit zum selbstständigen Entwurf einfacher Online-Algorithmen, zu ihrer kompetitiven Analyse mittels Potentialfunktionen und zu ihrer Bewertung.   |   |   |
| <b>Schlüsselqualifikationen:</b><br>Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Fähigkeit zur präzisen fachlichen Ausdrucksweise; Beherrschung effektiver Lern- und Arbeitstechniken; Abstraktionsfähigkeit; Problemlösungskompetenz; Qualitätsbewusstsein.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 150 Std.<br>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Online-Algorithmen (Vorlesung)</b>  |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>SWS:</b> 2   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Manchmal muss man Entscheidungen treffen, bevor alle relevanten Daten bekannt sind. Will man z. B. Aktien kaufen, so wäre es sehr hilfreich, über die künftige Entwicklung aller Aktienkurse informiert zu sein; aber es liegt in der Natur der Sache, dass man den Kauf tätigen muss, bevor diese Information vorliegt. Ein zweites Beispiel: Eine Funktaxizentrale muss nach jeder Bestellung einen der verfügbaren Wagen auswählen und zum Fahrgast schicken; mit Wissen über später eintreffende Anrufe könnten die Wagen vielleicht günstiger auf die Fahrgäste verteilt werden. Algorithmen, die Entscheidungen bei unvollständiger Information treffen, heißen Online-Algorithmen. Die Vorlesung behandelt Online-Algorithmen und ihre Analyse. |   |   |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> <li>• A. Borodin und R. El-Yaniv, Online Computation and Competitive Analysis, Cambridge University Press, 1998.</li> </ul>  |   |   |
| <b>Modulteil: Online-Algorithmen (Übung)</b>  |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Übung  |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>SWS:</b> 2   |   |   |



---

**Prüfung**

**Online-Algorithmen (mündliche Prüfung)**

Mündliche Prüfung, Dauer: 30-45 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0058: Seminar Algorithmen und Datenstrukturen für Master</b><br><i>Seminar Algorithms and Data Structures for Masters</i>   |   | 4 ECTS/LP                                       |
| Version 1.5.0 (seit SoSe13)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Torben Hagerup  |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Nach dem Besuch des Seminars sind die Studierenden in der Lage, sich fachliche Inhalte der Algorithmik eigenständig aus anspruchsvoller wissenschaftlicher Originalliteratur zu erarbeiten und diese kritisch zu bewerten. Sie können das Gelesene in einen größeren Kontext einordnen, eine sinnvolle Themenauswahl treffen und die gewählten fachlichen Inhalte klar und verständlich schriftlich darstellen und mündlich frei vortragen. Sie verstehen es, einen Vortrag gut zu strukturieren, interessant und motivierend zu gestalten und an die Voraussetzungen der Zuhörer und den vorgegebenen zeitlichen Rahmen anzupassen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b><br/>Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken, zur kritischen Stellungnahme und zur überzeugenden fachlichen Argumentation; Fähigkeit zur Literaturrecherche und zum eigenständigen Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur; Fähigkeit zur Bewertung von Lösungsansätzen, Verfahren und Techniken unter unterschiedlichen Gesichtspunkten; Qualitätsbewusstsein; Akribie; Kommunikationsfähigkeit; Zeitmanagement.</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 120 Std.<br/>90 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)<br/>30 Std. Seminar (Präsenzstudium)</p>  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Empfehlenswert: Gutes Verständnis des Informatik III-Stoffes.   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Moduleile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Seminar Algorithmen und Datenstrukturen</b>  |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Seminar   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |   |   |
| <b>SWS:</b> 2  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Aktuelle und klassische Themen aus dem Bereich Algorithmen und Datenstrukturen werden anhand von Originalliteratur behandelt.   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Ausgewählte wissenschaftliche Artikel.  |   |   |
| <b>Prüfung</b>   |   |   |
| <b>Schriftliche Ausarbeitung und Vortrag</b><br>Seminar  |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul INF-0077: Suchmaschinen</b><br><i>Search Engines</i>   |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.2.0 (seit SoSe14)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Michael Fischer  |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage die Konzepte und Methoden, Verfahren, Techniken und Technologien von Suchmaschinen zu verstehen und zu bewerten. Hierfür sind vertiefende Kenntnisse im Bereich der Suchmaschinentechologie notwendig. Darunter zählen z.B. die Architektur einer Suchmaschine, Web Crawler, Textprocessing, Indexierung, verschiedene Retrieval Modelle, die Evaluation von Suchalgorithmen, Clusterverfahren, Link Analyse, uvm.</p> <p>Die Studierenden erwerben somit Kenntnisse verschiedener Suchmaschinenaspekte und können die Vor- und Nachteile in praxisrelevanten Aufgabenstellungen abwägen und beurteilen. Zudem können die Studierenden nach der Veranstaltung wissenschaftlich aussagekräftige Bewertungen erstellen und diese in praxisrelevante Lösungsstrategien umsetzen. In der Veranstaltung werden zudem relevante Themen aus der Forschung anhand aktueller Veröffentlichungen angesprochen, so dass die Studierenden die Fähigkeit erwerben, ihr vorhandenes Wissen selbständig zu erweitern.</p> |   |   |
| <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b><br/>Fachspezifische Vertiefung; Umsetzen fachlicher Lösungskonzepte in Programme und Modelle; Kenntnisse der Vor-/Nachteile von Entwurfsalternativen und Bewertung im jeweiligen Anwendungszusammenhang; Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden; Fertigkeit, mit geeigneten Methoden wissenschaftlich aussagekräftige Bewertungen anzustellen; Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen; Kompetenz zum Erkennen von bedeutenden technischen Entwicklungen;</p>  |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 240 Std.<br/>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Modul Datenbanksysteme (INF-0073) - empfohlen  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im SoSe)   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Suchmaschinen (Vorlesung)</b>   |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>SWS:</b> 4   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Vorlesung behandelt grundlegende Konzepte von Suchmaschinen, Volltext-Suche, SQL-Suchmaschinen und Präferenz-Suchmaschinen (Preference SQL) sowie deren Implementierung.   |   |   |

**Literatur:**

- M. Levene: An Introduction to Search Engines and Web Navigation
- R. Baeza-Yates, B. Ribeiro-Neto: Modern Information Retrieval
- I. H. Witten, M. Gori, T. Numerico: Web Dragons
- W. Kießling: Foundations of Preferences in Database Systems
- W. Kießling: Preference Queries with SV-Semantics

**Modulteil: Suchmaschinen (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Suchmaschinen (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul INF-0078: Datenbankprogrammierung (Oracle)</b><br><i>Database Programming (Oracle)</i>   |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 1.2.0 (seit SoSe14)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Michael Fischer  |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage vertiefte Oracle-Kenntnisse in praxisrelevanten Aufgaben anzuwenden. Hierzu ist erweitertes Wissen im Bereich DB-System-Architektur, DB-Entwurfstheorie, Administration, erweitertes SQL, PL/SQL-Programmierung, Baumstrukturen, XML und OLAP notwendig. Die Studierenden erlangen eine fachspezifische Vertiefung im Bereich der Datenbanksysteme und somit die Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung von Problemstellungen. Darüber hinaus können die Studierenden diese komplexen, praxisrelevanten Aufgabenstellungen auf dem Gebiet Datenbanken, insbesondere unter Verwendung von Oracle, analysieren, bewerten und lösen. Sie kennen die Vor- und Nachteile unterschiedlicher ER-Modellierungen und können durch logisches und konzeptionelles Denken eine geeignete Lösung für komplexe Problemstellungen unter praxisnahen Randbedingungen verfassen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b><br/>Umsetzen fachlicher Lösungskonzepte in Programm eund Modelle, Fachspezifische Vertiefung; Fachübergreifende Kenntnisse; Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung komplexer Informatikproblemstellungen; Kenntnisse der Vor-/ Nachteile von Entwurfalternativen und Bewertung im jeweiligen Zusammenhang; Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden; Kenntnisse von praxisrelevanten Aufgabenstellungen; Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen;</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 150 Std.<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundlegende Kenntnisse zu Datenbanken empfohlen, z.B. aus der Vorlesung [INF-0073] Datenbanksysteme 1   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Datenbankprogrammierung (Vorlesung)</b>   |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  |   |   |
| <b>SWS:</b> 2   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Vorlesung behandelt Problemlösungsstrategien unter Zuhilfenahme einer Oracle-Datenbank. Dazu werden die Oracle-Architektur, Zugriffsrechte, Transformation von ER nach SQL, Oracle SQL, Aktive Inhalte wie PL/SQL und Java in Oracle, XML-Unterstützung in Oracle, Baumstrukturen, Tuning, Backup und Recovery behandelt.  |   |   |

**Literatur:**

- R. Elmasri, S. Navathe: Fundamentals of Database Systems
- S. Melton: Understanding the New SQL: A Complete Guide
- Oracle 11g Online-Dokumentation

**Modulteil: Datenbankprogrammierung (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Datenbankprogrammierung (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul INF-0087: Multimedia Grundlagen I</b><br><i>Foundations of Multimedia I</i>  |   | 8 ECTS/LP   |
| Version 1.2.0 (seit SoSe14)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Rainer Lienhart  |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse der maschinellen Verarbeitung von multimedialen Daten (Ton, Bild und Video), sowohl mit klassischen Methoden als auch mittels maschinellem Lernen. Sie sind in der Lage, bekannte Verfahren auf dem Gebiet der Verarbeitung von Multimediadaten zu verstehen und programmatisch umzusetzen, sowie die erlernten Prinzipien auf neue Probleme geeignet anzuwenden. Sie entwickeln Fertigkeiten zur logischen, analytischen und konzeptionellen Denken im Bereich der digitalen Signalverarbeitung und multimedialen Datenverarbeitung.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> mathematische-formale Grundlagen; quantitative Aspekte der Informatik; Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung von Problemstellungen; Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien; Vernetzung unterschiedlicher Fachgebiete; Kenntnisse praxisrelevanter Aufgabenstellungen</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 240 Std.<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Erfolgreiche Teilnahme an der Abschlussklausur |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 5.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester                               |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Moduleile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Multimedia Grundlagen I (Vorlesung)</b>   |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>SWS:</b> 4   |   |   |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung</li> <li>2. Mathematische Grundlagen<br/>(Komplexe Zahlen, Matrizen und Vektoren, mehrdimensionale Ableitungen, Geometrische Reihen)</li> <li>3. Digitale Signalverarbeitung<br/>(Lineare zeitinvariante Systeme und Fourier-Transformation)</li> <li>4. Digitale Bildverarbeitung<br/>(Kameramodelle, Farbräume, Bildoperationen, Segmentierung)</li> <li>5. Maschinelles Lernen<br/>(Begriffe, Lineare Regression und Polynominterpolation, Konzeptlernen, Neuronale Netze)</li> </ol>  |   |   |

**Literatur:**

Zu 3.

- Oppenheim, A. V., Schafer, R. W., and Buck, J. R. Discrete-time signal processing. Prentice-Hall, 2nd edition. 1999
- Richard G. Lyons. Understanding Digital Signal Processing. Prentice Hall, 3rd edition. 2010

Zu 4.

- Bernd Jähne. Digital Image Processing. Springer Verlag
- David A. Forsyth and Jean Ponce. Computer Vision: A Modern Approach. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458

Zu 5.

- Tom Mitchell. Machine Learning. McGraw Hill, 1997

**Modulteil: Multimedia Grundlagen I (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Multimedia Grundlagen I (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0088: Bayesian Networks</b><br><i>Bayesian Networks</i>   |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 1.1.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Rainer Lienhart  |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Bayessche Netze gehören zu den vielseitigsten statistischen Methoden des maschinellen Lernens. Nach einer erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul verstehen und vertiefen Teilnehmer die Kernprinzipien von Bayesschen Netzen und können diese auf viele praxisrelevante Probleme in unterschiedlichen Fachgebieten anwenden. Diese umfassen unter anderem die Robotik, Websuche, intelligente Agenten, automatisierte Diagnosesysteme und medizinische Systeme. Die Studierenden sind in der Lage, Bayessche Netze zu verstehen, anzuwenden und fachübergreifende Problemstellungen in diesem Kontext zu analysieren und zu evaluieren. Die Teilnahme an diesem Modul fördert Fertigkeiten zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken. Studierende sind in der Lage, mittels Bayesscher Netze wissenschaftlich aussagekräftige Bewertungen zu erstellen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> fortgeschrittene mathematisch-formale Logik; umsetzen fachlicher Lösungskonzepte in Modelle; fachübergreifende Kenntnisse; Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien komplexer Problemstellungen; systematische Weiterentwicklung von Entwurfsmethoden; Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen</p> |   |   |
| <p><b>Bemerkung:</b><br/>Die gleichzeitige Einbringung von diesem Modul und INF-0263 ist <b>nicht</b> möglich.</p>   |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 150 Std.<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p>   |   |   |
| <p><b>Voraussetzungen:</b><br/>keine</p>   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im SoSe)  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Bayesian Networks (Vorlesung)</b>  |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |   |   |
| <b>SWS:</b> 2  |   |   |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Basics of Probability Theory</li> <li>2. Example: Bayesian Network based Face Detection</li> <li>3. Inference</li> <li>4. Influence Diagrams</li> <li>5. Parameter Learning</li> <li>6. Example: probabilistic Latent Semantic Analysis (pLSA)</li> </ol>   |   |   |

**Literatur:**

- Richard E. Neapolitan. Learning Bayesian Networks. Prentice Hall Series in Artificial Intelligence, 2004. ISBN 0-13-012534-2
- Daphne Koller, Nir Friedman. Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques. The MIT Press, 2009. 978-0262013192

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Bayesian Networks** (Vorlesung)

Probability theory is a powerful tool for inferring the value of missing variables given a set of other variables. As the number of variables in a system increases, the joint probability distribution over these variables becomes overwhelmingly large. In this lecture we examine the implications of factoring one large joint probability distribution into a set of smaller conditional distributions by exploiting independencies between variables and study suitable algorithms for inference.

**Modulteil: Bayesian Networks (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Bayesian Networks** (Übung)

**Prüfung**

**Bayesian Networks (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

Die Prüfung kann jedes Semester in der Prüfungszeit abgelegt werden.

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul INF-0092: Multimedia II: Machine Learning and Computer Vision</b>   |  | 8 ECTS/LP                                    |
| <i>Multimedia II: Machine Learning and Computer Vision</i>   |  |  |
| Version 1.0.0 (seit SoSe14)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Rainer Lienhart   |  |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul besitzen die Studierenden fortgeschrittene Kenntnisse des maschinellen Lernens (Entscheidungsbäume, neuronale Netze und tiefe neuronale Netze, Hypothesenevaluation, Instanz-basiertes Lernen, Bayessches Lernen, Lerntheorie), der Datenreduktion (z.B. Hauptkomponentenanalyse), der fortgeschrittenen Bildverarbeitung und des maschinellen Sehens und können diese anwenden. Sie sind in der Lage, wissenschaftlich komplexe Verfahren auf dem Gebiet der multimedialen Datenverarbeitung zu analysieren, zu verstehen und programmatisch umzusetzen, sowie die erlernten Prinzipien auf neue Fragestellungen geeignet anzuwenden. Sie entwickeln Fertigkeiten zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken im Bereich der digitalen Signalverarbeitung und multimedialen Datenverarbeitung.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> fortgeschrittene mathematisch-formale Logik; umsetzen fachlicher Lösungskonzepte in Modelle; fachübergreifende Kenntnisse; Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien komplexer Problemstellungen; systematische Weiterentwicklung von Entwurfsmethoden; Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen</p> |  |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 240 Std.<br/>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p>   |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b>  |  |  |
| keine  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 6  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |  |  |
| <b>Modulteil: Multimedia II: Machine Learning and Computer Vision (Vorlesung)</b>  |  |  |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung   |  |  |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |  |  |
| <b>SWS:</b> 4  |  |  |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>Die Vorlesung gibt einen guten Überblick über alle Aspekte des maschinellen Lernens und der maschinellen Extraktion von Informationen aus Multimediadaten (z.B. "Google Image Search", "Google Goggles"). Die erlernten Konzepte werden in den Übungen anhand von erfolgreichen Beispielen aus der Praxis ausprobiert, geübt, analysiert und bewertet. Zum Ende des Semesters werden fortgeschrittene Themen wie Objektdetektion und Objekterkennung von Gesichtern und Menschen behandelt. Die Inhalte der Vorlesung umfassen: Machine Learning (Decision Tree Learning, Artificial Neural Networks, Bayesian Learning, Discrete Adaboost), Data Reduction (Quantization (K-Means Clustering, Affinity Propagation), Dimensionality Reduction Techniques (PCA, NMF, Random Projection, MDS)) und Image Processing &amp; Computer Vision (Salient Feature Points and Feature Descriptors, Object Detection (Face/Car/People Detection), Object Recognition (Face Recognition), Image Search with pLSA)</p>  |  |  |

**Literatur:**

Literaturhinweise werden zu Beginn des Semesters bekanntgegeben.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Machine Learning and Computer Vision** (Vorlesung)

**Modulteil: Multimedia II: Machine Learning and Computer Vision (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Machine Learning and Computer Vision** (Übung)

**Prüfung**

**Multimedia II: Machine Learning and Computer Vision (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

Die Prüfung kann jedes Semester in der Prüfungszeit abgelegt werden.

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul INF-0093: Probabilistic Robotics</b><br><i>Probabilistic Robotics</i>  |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe14)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Rainer Lienhart  |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Nach einer erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul verstehen Teilnehmer Grundlagen und vertiefende Fragestellungen und Algorithmen der Robotik (z.B. rekursive Zustandsschätzung, gaußsche- und nicht-parametrische Filter, Kalman Filter, Bewegung und Lokalisierung, Perzeption, Kartierung, SLAM) aus wahrscheinlichkeitstheoretischer Sicht und können erlernte Konzepte auf komplexe, praxisrelevante Aufgabenstellung anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, Problemstellungen in diesem Kontext zu analysieren und zu evaluieren. Die Teilnahme an diesem Modul fördert Fertigkeiten zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken auf dem Gebiet der wahrscheinlichkeitstheoretischen Robotik. Studierende können aus den erlernten Konzepten zielgerichtet geeignete Methoden auswählen, sicher anwenden und auf neue, auch fachfremde, Fragestellungen übertragen. Das Modul vermittelt Kompetenzen zum Erkennen aktueller Forschung und bedeutenden technischen Entwicklungen auf diesem Gebiet.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> fortgeschrittene mathematisch-formale Logik; umsetzen fachlicher Lösungskonzepte in Modelle; fachübergreifende Kenntnisse; Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien komplexer Problemstellungen; systematische Weiterentwicklung von Entwurfsmethoden; Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 150 Std.<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im SoSe)   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <p><b>Modulteil: Probabilistic Robotics (Vorlesung)</b><br/><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br/><b>Sprache:</b> Deutsch<br/><b>SWS:</b> 2</p>  |   |   |

**Inhalte:**

1. Introduction to Probabilistic Robotics
2. Recursive State Estimation
3. Gaussian Filters
4. Nonparametric Filters
5. Robot Motion
6. Robot Perception
7. Mobile Robot Localization: Markow and Gaussian
8. Mobile Robot Localization: Grid and MonteCarlo
9. Occupancy Grid Mapping
10. SLAM

**Literatur:**

Sebastian Thrun, Wolfram Burgard, Dieter Fox. Probabilistic Robotics. Springer Verlag.

**Modulteil: Probabilistic Robotics (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Probabilistic Robotics (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

Die Prüfung kann jedes Semester in der Prüfungszeit abgelegt werden.

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul INF-0129: Softwaretechnik II</b><br><i>Software Engineering II</i>   |   | 8 ECTS/LP   |
| Version 2.0.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Reif   |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Nach dem erfolgreichen Besuch des Moduls sind die Teilnehmer in der Lage, fortgeschrittene Verfahren der agilen Softwareentwicklung, des Requirements Engineerings, des Testens und des Refactorings von Softwaresystemen anzuwenden und miteinander zu verbinden. Sie können die Anwendbarkeit der verschiedenen Verfahren und Methoden situationsspezifisch beurteilen.</p> <p>Die Teilnehmer verstehen die Aufgaben des Requirements Engineering und sind in der Lage, wesentliche Methoden der Requirements-Erfassung und Dokumentation (Use-Cases, Satzschablonen, formale Modelle) anzuwenden und die Eignung der verschiedenen Dokumentationsformen im Projektkontext zu bewerten. Sie haben die Fertigkeit zum analytischen und konzeptionellen Denken und können so systematisch komplexe Kundenanforderungen analysieren und können diese formulieren und in geeigneten Modellen darstellen.</p> <p>Die Studierenden verstehen einen agilen Entwicklungsprozess und die Basisprinzipien agiler Vorgehensweisen. Sie können den agilen Entwicklungsprozess auf Projekte übertragen und seine Anwendbarkeit im Projektkontext beurteilen. Sie kennen agile Praktiken und deren Wechselwirkungen und können die Praktiken einsetzen. Sie verstehen die Aufgaben der beteiligten Rollen und die Bausteine des Entwicklungsprozesses.</p> <p>Die Studierenden verstehen die Aufgaben des Testens und die Teilschritte des Testprozesses. Sie kennen Verfahren zur Bestimmung von Testfällen und zur Bewertung der Adäquatheit von Testsuiten und können diese anwenden.</p> <p>Die Studierenden kennen die Prinzipien guten objektorientierten Designs und können durch Refactoring die Qualität des Designs eines Systems verbessern. Sie können Ideen und Konzepte sicher und überzeugend darstellen und haben die Fähigkeit zur Zusammenarbeit im Team.</p> <p>Die Studierenden erwerben insgesamt Kenntnisse in Methoden zur Entwicklung großer Softwaresysteme und der Konstruktion von Abstraktionen sowie die Fähigkeit zu deren Anwendung im Projektkontext. Sie können alternative Vorgehensweisen wissenschaftlich fundiert bewerten und für ein Projekt geeignete auswählen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytisch-methodische Kompetenz</li> <li>• Abwägen von Lösungsansätzen</li> <li>• Abstraktionsfähigkeit</li> <li>• Moderieren fachlicher Sitzungen</li> <li>• Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Lehrbüchern und Arbeit in selbstorganisierten Teams</li> <li>• Kenntnisse von praxisrelevanten Aufgabenstellungen</li> </ul> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 240 Std.</p> <p>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p> <p>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p>  |   |   |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Programmierkenntnisse in Java (empfohlen)</p> <p>Modul Softwaretechnik (INF-0120) - empfohlen</p>   |   |   |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p>  | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.</p> | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester</p> |

|                  |   |  |
|------------------|---|--|
| <b>SWS:</b><br>6 | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
|------------------|---|--|

**Moduleile**

**Modulteil: Softwaretechnik II (Vorlesung)**  
**Lehrformen:** Vorlesung  
**Sprache:** Deutsch  
**SWS:** 2

**Inhalte:**

**Agile Softwareentwicklung:**

- Entwicklungsmethoden (Scrum)
- Agile Praktiken
- Agile Werte, Prinzipien und Methoden

**Refactoring**

- Code Smells
- Prinzipien des objektorientierten Designs
- Wichtige Refactorings

**Testen**

- Testprozess und Ziele des Testens
- Testarten
- Methoden zur Testfallgewinnung
- Adäquatheitskriterien beim Blackbox- und Whitebox-Testen

**Requirements Engineering**

- Aufgaben, Begriffe und Artefakte
- RE-Prozess
- Techniken zur Requirements-Elicitation, -Analyse und -Dokumentation
- Qualitätskriterien für Software-Requirements

**Literatur:**

- Pohl, Rupp: Basiswissen Requirements Engineering, dpunkt Verlag 2009
- U. Hammerschall, G. Benekean: Software Requirements, Pearson 2013
- S. Robertson, J. Robertson: Mastering the Requirements Process, Addison-Wesley 2013
- Bleek, Wolf: Agile Softwareentwicklung, dpunkt Verlag 2008
- R. Pichler: Scrum, dpunkt.verlag 2008
- Spillner, Linz: Basiswissen Softwaretest, dpunkt Verlag 2005
- Fowler: Refactoring, Addison-Wesley 1999
- Vorlesungsfolien mit schriftlichen Ergänzungen und Anmerkungen

**Modulteil: Softwaretechnik II (Übung)**  
**Lehrformen:** Übung  
**Sprache:** Deutsch  
**SWS:** 4

**Prüfung**  
**Softwaretechnik II**  
 Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten  
**Prüfungshäufigkeit:**  
 wenn LV angeboten



|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul INF-0130: Formale Methoden im Software Engineering</b><br><i>Formal Methods in Software Engineering</i>   |  | 8 ECTS/LP                                    |
| Version 1.0.0 (seit SoSe14)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Reif   |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b><br><p>Die Studierenden können mathematisch-formale Methoden für die Programmverifikation, speziell bei sicherheitskritischer Software einsetzen. Durch das Verständnis von Kalkülen trainieren sie die Fertigkeit zum logischen, konzeptuellen und analytischen Denken. Sie können Spezifikationen von Datenstrukturen entwerfen und deren Eigenschaften formal beweisen. Sie sind in der Lage, funktionale Eigenschaften von sequentiellen und nebenläufigen Programmen zu formulieren und dafür Beweise zu erstellen. Sie erwerben die Fertigkeit zur abstrakten, modularen Modellierung von Softwaresystemen und zur systematischen Entwicklung von korrekten Programmen aus diesen Modellen. Sie erwerben dadurch die Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung komplexer Informatikproblemstellungen und können mit geeigneten Methoden wissenschaftlich aussagekräftige Bewertungen abgeben. Sie erwerben Fähigkeiten, um Beiträge zur Wissenschaft zu leisten.</p> <b>Schlüsselqualifikationen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Training des logischen Denkens</li> <li>• Analytisch-methodische Kompetenz</li> <li>• Erwerb von Abstraktionsfähigkeiten</li> <li>• Fähigkeiten zur Modellbildung für Softwaresysteme</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>60 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)   |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 6  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |  |  |
| <b>Modulteil: Formale Methoden im Software Engineering (Vorlesung)</b>   |  |  |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung   |  |  |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |  |  |
| <b>SWS:</b> 2  |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br><p>Übergeordnetes Ziel ist die Produktion beweisbar korrekter Software. In der Vorlesung werden verschiedene klassische Methoden für die Programmverifikation im Kleinen behandelt. Darüber hinaus werde innovative Techniken für die formale Modellierung und Verifikation großer Systeme vermittelt. Als Werkzeug kommt das KIV-System zum Einsatz, das die formale Spezifikation und Verifikation von Systemen ermöglicht. Konkrete Inhalte sind: Algebraische Spezifikationen, interaktives Theorembeweisen, Hoare-Logik, Dynamische Logik, Temporallogik</p>   |  |  |

**Literatur:**

- Sperschneider, Antoniou: Logic: A Foundation for Computer Science, Addison Wesley 1991
- Loeckx, Ehrich, Wolf: Specification of Abstract Data Types, Wiley 1996
- Ausführliche Dokumentation
- Folienhandout

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Formale Methoden im Software Engineering** (Vorlesung)

Die Verwendung formaler Methoden bei der Entwicklung korrekter Software steht an der Schwelle der kommerziellen Nutzung. Das KIV-System ist ein Werkzeug, das die formale Spezifikation, Verifikation und Synthese von Programmen ermöglicht. Es wird seit mehreren Jahren entwickelt und inzwischen in industriellen Studien erprobt. Übergeordnetes Ziel ist die Produktion beweisbar korrekter Software. Die Lehrveranstaltung vermittelt den "state of the Art" des Einsatzes formaler Methoden bei der Softwareentwicklung. Es werden Spezifikationstechniken zur Beschreibung und Methoden zum Nachweis der Korrektheit von Softwaresystemen behandelt. Die Lehrveranstaltung beginnt mit der (algebraischen) Spezifikation von Datentypen und stellt dann Kalküle und Vorgehensweisen für die Verifikation sequentieller und paralleler Programme vor. Weiterhin wird Refinement als systematisches Entwicklungsvorgehen von einer abstrakten Spezifikation zu einer korrekten Implementierung vorgestellt. Die Rechner im Raum ... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Formale Methoden im Software Engineering (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 4

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Formale Methoden im Software Engineering** (Übung)

Die Übung ist aufgeteilt in 2 Gruppen: Die erste Gruppe kann von 9:00 bis 12:00 Uhr den Praktikumsraum nutzen, die zweite Gruppe von 13:00 - 16:00 Uhr.

**Prüfung**

**Formale Methoden im Software Engineering**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0131: Software- und Systemsicherheit</b><br><i>Software and Systems Security</i>  |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe14)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Reif   |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Fachbezogene Kompetenzen:</b></p> <p>Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Lehrveranstaltung kennen Studierende die Grundlagen, Aufbau, und typische Schwächen kryptographischer Protokolle und praxisrelevanter, sicherheitskritischer Systeme, können diese verständlich und sicher darstellen, und verstehen die Grundprinzipien deren Sicherheitsanalyse.</p> <p>Sie können Bedrohungsanalyse durchführen, kryptographische Protokolle entwickeln, Chipkarten programmieren, sicherheitskritische Systeme in Teams entwerfen, und ihre Ergebnisse dokumentieren.</p> <p>Sie können systematisch Bedrohungen für Softwaresysteme analysieren und deren Risiken bewerten.</p> <p>Sie können einen modellgetriebenen Entwicklungsprozess für sicherheitskritische Systeme anwenden.</p> <p>Sie sind in der Lage, bedeutende technische Entwicklungen zu erkennen und fachliche Lösungskonzepte in Programme umzusetzen. Sie haben Kenntnisse der Denkweise und Sprache anwendungsrelevanter Disziplinen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytisch-methodische Kompetenz</li> <li>• Abwägen von Lösungsansätzen</li> <li>• Abstraktionsfähigkeiten</li> <li>• Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis</li> <li>• Mathematisch-formale Grundlagen</li> <li>• Quantitative Aspekte der Informatik</li> <li>• Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen</li> <li>• Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern</li> <li>• Qualitätsbewusstsein und Akribie</li> </ul> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 240 Std.</p> <p>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p>60 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im WS)  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <p><b>Modulteil: Software- und Systemsicherheit (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>SWS:</b> 2</p>  |   |   |

**Inhalte:**

Inhalt der Vorlesung ist der Entwurf sicherer Softwaresysteme, speziell verteilter Systeme, deren Sicherheit wesentlich auf dem Einsatz von Sicherheitsprotokollen beruht. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf Anwendungen, in denen Chipkarten eingesetzt werden. In der Vorlesung werden Kenntnisse in JavaCard, der Chipkartentechnologie, Bedrohungsanalyse und dem Design kryptographischer Anwendungsprotokolle vermittelt, die in den Übungen an praktischen Beispielen (u.a. einer elektronischen Kopierkarte und einer elektronischen Fahrkarte) erprobt werden. Bei der Entwicklung der Protokolle wird der SecureMDD-Ansatz verwendet, eine Methode zur modellgetriebenen Entwicklung sicherheitskritischer Protokolle.

**Literatur:**

- Schneier: Applied Cryptography, Wiley and Sons, 1996 (2nd edition)
- Anderson, Needham: Programming Satan's Computer, in: Computer Science Today, Springer LNCS 1000, 1995
- Lowe: Breaking and fixing the Needham-Schroeder public-key protocol using FDR, in: Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems, Springer LNCS 1055, 1996
- Folienhandout, Spezifikationen und APIs

**Modulteil: Software- und Systemsicherheit (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 4

**Prüfung**

**Software- und Systemsicherheit**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester nicht

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul INF-0133: Selbstorganisierende, adaptive Systeme</b><br><i>Self-organizing, adaptive systems</i>   |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 3.0.0 (seit WS20/21)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Reif   |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Die Studierenden haben vertiefte Fachkenntnisse über die Eigenschaften und den Aufbau selbst-organisierender Systeme aus der Biologie, Soziologie, Physik und anderen Bereichen und der systematischen Modellierung und Konstruktion adaptiver Systeme in der Informatik und können solche Systeme analysieren und selbst entwerfen. Sie kennen Vor- und Nachteile verschiedener Entwurfsalternativen und können sie im Kontext der Problemstellung bewerten. Sie haben die Fertigkeit zum analytischen und konzeptionellen Denken und können geeignete Methoden auswählen und anwenden und wissenschaftlich aussagekräftige Bewertungen abgeben. Die Studierenden sind in der Lage, adaptive Systeme adäquat zu modellieren und dokumentieren.</p> <p>Außerdem kennen die Studierenden praxisrelevante Fragestellungen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytisch-methodische Kompetenz</li> <li>• Abwägen von Lösungsansätzen</li> <li>• Erwerb von Abstraktionsfähigkeiten</li> <li>• Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis</li> </ul> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 240 Std.<br/>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>60 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Selbstorganisierende, adaptive Systeme (Vorlesung)</b>  |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>SWS:</b> 2   |   |   |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>In der Vorlesung werden die Grundlagen verschiedener Selbst-Organisationsmechanismen sowie das Handwerkszeug, um diese in IT-Systemen einsetzen zu können, vermittelt. Im Verlauf der Veranstaltung werden verschiedene Beispiele für selbstorganisierende Systeme vorgestellt, untersucht und Anwendungen der erlernten Organisationsprinzipien auf Beispiele aus der Informatik erläutert. Schließlich werden Methoden betrachtet, mit deren Hilfe sich Selbst-Organisation und Adaptivität in die Entwicklung komplexer Computersysteme integrieren lassen. Konkrete Themen sind: Selbst-Organisation, Emergenz, Chaostheorie, zelluläre Automaten, Spieltheorie, Multi-Agentensysteme, Autonomic Computing, Organic Computing.</p>   |   |   |

**Literatur:**

- Gleick: Chaos: Making a New Science, Penguin 2008
- Strogatz: Sync : The Emerging Science of Spontaneous Order, Hyperion 2003
- Miller, Page: Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life, Princeton University Press 2007
- Dawkins: The Selfish Gene, Oxford University Press, 3rd Revised Edition
- Wolfram: A New Kind of Science, Wolfram Media Inc. 2002
- von Neumann, Morgenstern: Theory of Games and Economic Behavior, 2004
- Folienhandout

**Modulteil: Selbstorganisierende, adaptive Systeme (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 4

**Prüfung**

**Selbstorganisierende, adaptive Systeme**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0147: Prozessorarchitektur</b><br><i>Processor Architecture</i>   |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 2.2.0 (seit SoSe20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Altmeyer<br>Dr. Martin Frieb  |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Die Studierenden verstehen die Prinzipien des Aufbaus folgender Prozessoren auf einem fortgeschrittenen, praxisorientierten, aber wissenschaftlichen Niveau: superskalare Mikroprozessoren, Multi- und Manycore-Prozessoren, Signalprozessoren, Smartphone-Prozessoren und GPUs. Außerdem lernen sie aktuelle Konzepte der Prozessorarchitektur kennen und können Vor-/Nachteile aktueller und zukünftiger Prozessoren anhand ihres internen Aufbaus einschätzen und beurteilen. Sie verstehen die Funktionsweise von verschiedenen Komponenten von Mikroprozessoren und deren Zusammenspiel. Somit ist es den Studierenden möglich, den Einfluss verschiedener Architekturerweiterungen auf das Gesamtsystem einzuordnen. Ebenso können sie unterscheiden, wann es sinnvoll ist, speichergekoppelte, nachrichtengekoppelte oder datenparallele Prozessoren einzusetzen, und differenzieren zwischen Techniken für energieeffiziente oder hochperformante Prozessoren. In der Übung simulieren die Studierenden verschiedene Prozessorarchitekturen und Sprungvorhersagetechniken und bewerten deren Einfluss auf die Laufzeit und den Energieverbrauch.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Analytisch-methodische Kompetenz, Abwägung von Lösungsansätzen, Präsentation von Lösungen von Übungsaufgaben; Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen; Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern; Qualitätsbewusstsein, Akribie; Selbstreflexion; verantwortliches Handeln vor dem Hintergrund von Unzulänglichkeit und widerstreitenden Interessen; Fertigkeit, mit geeigneten Methoden wissenschaftlich aussagekräftige Bewertungen anzustellen; Kompetenz zum Erkennen von bedeutenden technischen Entwicklungen</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 150 Std.<br/>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Modul Systemnahe Informatik (INF-0138) - empfohlen  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Prozessorarchitektur (Vorlesung)</b>   |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch   |   |   |
| <b>SWS:</b> 2  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Vorlesung "Prozessorarchitektur" vertieft die Techniken superskalärer Mikroprozessoren und aktueller Multicore-Prozessoren. Dabei werden die Pipelinestufen detailliert behandelt, mehrfädige Prozessoren und Multicores gegenübergestellt sowie aktuelle Beispielprozessoren vorgestellt. Außerdem wird aus der Forschung an Manycores und Echtzeit-Multicores berichtet.  |   |   |

**Literatur:**

- Uwe Brinkschulte, Theo Ungerer, Mikrocontroller und Mikroprozessoren, Springer Verlag, Heidelberg, dritte Auflage 2010
- John L. Hennessy, David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, Morgan Kaufmann, 5. Auflage, 2011

**Modulteil: Prozessorarchitektur (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Prozessorarchitektur**

Klausur



|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0149: Praktikum Eingebettete Systeme</b><br><i>Practical Module Embedded Systems</i>  |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 2.2.0 (seit SoSe20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Altmeyer  |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden entwickeln im Lauf des Semesters nach und nach ein eigenständiges eingebettetes System als zusammenhängende Semesteraufgabe. Eine Kernaufgabe des Praktikums ist dabei das Analysieren der Eigenschaften und Erkennen der Funktionalität von Mikrocontrollern und Peripherie anhand von Datenblättern und Spezifikationen. Die Studenten erhalten dadurch die Möglichkeit, die für eine Aufgabe benötigten Komponenten zusammenzustellen und eine passende Schnittstellen zu definieren. Durch die geforderte Entwicklung und Implementierung für einen Mikrocontroller wenden die Studierenden die erlernten Konzepte direkt in der Praxis an. Dabei steht die Interaktion mit Sensoren und Aktoren sowie die Kommunikation mit anderen Systemteilen im Vordergrund. Dazu können sie unterschiedliche Arten der Ablaufsteuerung identifizieren und anwenden. Im Lauf des Praktikums lernen die Studierenden, komplexe Aufgabenstellungen zu planen, Lösungen zu konstruieren und deren Funktionalität zu prüfen und zu bewerten. Der im Praktikum angestrebte Austausch unter den Studierenden ermöglicht es ihnen die erzielten Resultate angemessen zu vergleichen und zu diskutieren.</p> <p>Die Studierenden erwerben Kompetenzen in den folgenden Bereichen auf einem fortgeschrittenen, praxisorientierten, aber wissenschaftlichen Niveau: selbstständiges Arbeiten mit Mikrocontrollern, Datenblättern und Spezifikationen, Anbindung von analoger und digitaler Peripherie, Entwurf und Modellierung von eingebetteter Software mit Zustandsdiagrammen sowie deren Realisierung in Code. Weitere Schwerpunkte sind die Konfiguration von sequentiellen Schnittstellen sowie Scheduling und task-basierte Programmierung.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <p>Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ideen, Konzepten und Ergebnissen;<br/>Qualitätsbewusstsein, Akribie;<br/>Projektgebundene Arbeit und Zeitmanagement;<br/>Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden;<br/>Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern;<br/>Selbstreflexion</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 150 Std.<br/>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>60 Std. Praktikum (Präsenzstudium)</p>  |   |   |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Kenntnisse in C.</p>   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im SoSe)  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <p><b>Modulteil: Praktikum Eingebettete Systeme</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Praktikum<br/><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br/><b>SWS:</b> 4</p>   |   |   |

**Inhalte:**

In dem Praktikum "Eingebettete Systeme" sollen die Herausforderungen für das Programmieren von eingebetteten Systemen erlernt werden. Als zentrale Plattform dient ein Entwicklungsboard welches einen Mikrocontroller sowie diverse Sensoren, Aktoren bzw. Anzeigen und Schnittstellen für weitere Peripherie bietet. Die Programmierung erfolgt hardwarenah in C und die erstellten Programme sollen verschiedene Sensoren auslesen und entsprechende Aktuatoren stellen. Dabei sollen insbesondere die Herausforderungen eingebetteter Systeme, wie z.B. das Zeitverhalten der Software sowie das Arbeiten mit Datenblättern kennengelernt werden. Gegen Ende des Praktikums sollen die anfänglich erlernten Grundkenntnisse vertieft und bereits vorhandene Teilkomponenten zu einem komplexeren eingebetteten System zusammengefügt werden.

**Literatur:**

- Zhu, Yifeng: Embedded Systems with ARM Cortex-M Microcontrollers in Assembly Language and C, Third Edition, E-Man Press LLC, 2017
- White, Elecia: Making Embedded Systems, O'Reilly Media Inc., 2012
- Marwedel, Wehmeyer: Eingebettete Systeme, Springer Verlag, Heidelberg, 2007

**Prüfung**

**Praktikum Eingebettete Systeme**

praktische Prüfung

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul INF-0150: Hardware-Entwurf</b><br><i>Hardware Design</i>   |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 2.0.0 (seit SoSe20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Altmeyer<br>Dr. Martin Frieb   |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Die Studierenden erwerben Kompetenzen in den folgenden Bereichen auf einem fortgeschrittenen, praxisorientierten, aber wissenschaftlichen Niveau: Entwurfsprozess für digitale Schaltungen, Schaltungslogik und Gatter, physikalische Grundlagen der elektronischen Bauteile, Beschreibung von Hardware mit einer Hardwarebeschreibungssprache. Zunächst lernen die Studierenden die Verknüpfung logischer Gatter und bauen einen Halb- und einen Volladdierer. Sie verstehen den Entwicklungsprozess für digitale Schaltungen und wenden diesen direkt praktisch an, indem sie ihren eigenen RISC-V-Prozessor entwickeln. Sie modellieren und implementieren ihn selbstständig mit Hilfe der Hardwarebeschreibungssprache VHDL. Dazu lernen sie die Vor- und Nachteile von schematischer und textueller Hardware-Beschreibung kennen und können entscheiden, wann es sinnvoll ist, welche Variante einzusetzen. Darüber hinaus kombinieren sie synchrone und asynchrone Prozesse, um ein gutes Zusammenspiel der Komponenten ihres selbstgebauten Mikroprozessors zu erreichen. Schließlich beurteilen die Studierenden die Effizienz ihrer Implementierung anhand der erzielten Taktfrequenz und des benötigten Hardware-Aufwandes. In einer abschließenden Projektphase lernen sie, eine komplexe Aufgabenstellung zu planen, nach einem selbst entwickelten fundierten Projektplan zu lösen und die Resultate angemessen im Plenum zu diskutieren und zu präsentieren.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ideen, Konzepten und Ergebnissen; Qualitätsbewusstsein, Akribie; Projektgebundene Arbeit und Zeitmanagement; Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden; Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern; Selbstreflexion</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 240 Std.<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>60 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p>   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Modul Systemnahe Informatik (INF-0138) - empfohlen   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1.                | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Hardware-Entwurf (Vorlesung)</b>  |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  |   |   |
| <b>SWS:</b> 2   |   |   |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>Die Veranstaltung "Hardware-Entwurf" stellt Methoden des logischen Entwurfs digitaler Schaltungen dar, angefangen von der abstrakten Beschreibung in einer Hardwarebeschreibungssprache (wie VHDL) bis hin zur physikalischen Implementierung auf Transistorebene. Im praktischen Teil der Veranstaltung wird die Hardwareentwicklung am Beispiel einer fünfstufigen Prozessorpipeline veranschaulicht. Das Ergebnis ist ein in VHDL entwickelter lauffähiger Prozessor für ein FPGA-Prototypenboard</p>   |   |   |

**Literatur:**

- Uwe Brinkschulte, Theo Ungerer, Mikrocontroller und Mikroprozessoren, Springer Verlag, Heidelberg, dritte Auflage 2010
- John L. Hennessy, David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, Morgan Kaufmann, 5. Auflage, 2011

**Modulteil: Hardware-Entwurf (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 4

**Prüfung**

**Hardware-Entwurf**

praktische Prüfung

**Beschreibung:**

Erfolgreiche Praktikumsteilnahme, Projektvorstellung am Ende des Semesters

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul INF-0166: Multimedia Grundlagen II</b><br><i>Foundations of Multimedia II</i>   |  | 8 ECTS/LP                                    |
| Version 1.3.0 (seit SoSe13)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Elisabeth André   |  |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul beherrschen die Studierenden wesentliche Grundlagen und Techniken zum Entwurf, der Realisierung und der Evaluation von Systemen der multimodalen Mensch-Technik Interaktion. Diese werden u.a. an Beispielen und aktuellen Entwicklungen durchgespielt um im Rahmen dessen die speziellen Anforderungen der Mensch-Technik zu identifizieren und zu verstehen. Studierende erlangen die Kompetenz die Vor- und Nachteile von geeigneten Methoden und deren Auswahl und sicheren Anwendung für die Umsetzung von Entwurfsalternativen identifizieren, gegenüberstellen und einordnen. Sie sind außerdem in der Lage die Entwurfsalternativen im jeweiligen Anwendungszusammenhang zu bewerten und aufgrund dessen fachliche Lösungskonzepte in Programme umzusetzen. Im Rahmen der modulbegleitenden Übung erwerben Studierende Fertigkeiten zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken sowie durch die praktische Anwendung der Methoden ein Qualitätsbewusstsein und Akribie für die wissenschaftliche Arbeitsweise.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Mathematisch-formale Grundlagen; Kompetenz zur Vernetzung unterschiedlicher Fachgebiete; Kenntnisse von praxisrelevanten Aufgabenstellungen ; Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung von Informatikproblemstellungen; Fertigkeit zur Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien; Quantitative Aspekte der Informatik; Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Methoden zur Entwicklung größerer Softwaresysteme, Konstruktion von Abstraktionen und Architekturen; Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams; Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen.</p> |  |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 240 Std.<br/>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>   |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Programmiererfahrung<br>Modul Multimedia Grundlagen I (INF-0087) - empfohlen  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 3.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 6  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |  |  |
| <b>Modulteil: Multimedia Grundlagen II (Vorlesung)</b>   |  |  |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung   |  |  |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |  |  |
| <b>SWS:</b> 4  |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Interaktionsformen und -metaphern, Erkennung und Interpretation von Benutzereingaben, Generierung und Synchronisation von Systemausgaben, Multimodale Dialogsysteme, Benutzer- und Diskursmodellierung, Agentenbasierte Multimodale Interaktion, Evaluation von multimodalen Benutzerschnittstellen, Benutzungsschnittstellen der nächsten Generation (Perzeptive Interfaces, Emotionale Interfaces, Mensch-Roboter Interaktion etc.)   |  |  |

**Literatur:**

- Schenk, G. Rigoll: Mensch-Maschine-Kommunikation: Grundlagen von sprach- und bildbasierten Benutzerschnittstellen
- Daniel Jurafsky, James H. Martin: Speech and Language Processing. Pearson Prentice Hall
- T. Mitchell: Machine Learning, McGraw Hill

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Grundlagen der Human-Computer Interaction / Multimedia Grundlagen II (Vorlesung)**

Die Entwicklung multipler Medien zur Informationsdarbietung und zur Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle hat in nur wenigen Jahren den Umgang mit Computern grundlegend verändert und wesentlich dazu beigetragen, Computertechnologie einer breiten Benutzerschicht zugänglich zu machen. Als Einstieg in den Bereich "Informatik und Multimedia" vermittelt diese Vorlesung wichtige Grundlagen und Methoden zur Produktion, Verarbeitung, Speicherung und Distribution von digitalen Medien. Hinweis: Die Veranstaltung „Grundlagen der Human Computer Interaktion“ ersetzt die Veranstaltung „Multimedia Grundlagen 2“ und kann für „Multimedia Grundlagen 2“ eingebracht werden. Die Veranstaltung kann auch von Bachelor- und Diplomstudierenden anderer Informatik-Studiengänge als Wahlpflichtfach bzw. Hauptstudiumsveranstaltung (Bereich "Multimediale Informationsverarbeitung") eingebracht werden.  
... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Multimedia Grundlagen II (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Grundlagen der Human-Computer Interaction / Multimedia Grundlagen II (Übung)**

Die Verwaltung der Übungen erfolgt über den Digicampus-Kurs zur Vorlesung "Grundlagen der Human-Computer Interaction / Multimedia Grundlagen II". Für die Anmeldung zum Übungsbetrieb lesen Sie die entsprechende Ankündigung im Kurs zur Vorlesung - die Anmeldung zum Übungsbetrieb ist z.B. über diesen Link erreichbar:  
<https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/enrolment/apply/bbb088e0bf1a495b5c8409f153c6c14b>

**Prüfung**

**Multimedia Grundlagen II**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul INF-0179: Einführung in die Spieleprogrammierung</b><br><i>Foundations of Game Programming</i>   |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.1.0 (seit SoSe13)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Elisabeth André  |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul verstehen die Studierenden die wesentlichen Konzepte zur Entwicklung eines Spiels. Sie sind in der Lage, eigene Gameplay-Konzepte umzusetzen und passende KI-Verfahren zu Entscheidungsfindung sowie Ablaufsteuerung einzusetzen. Sie verfügen über die Kenntnisse der Denkweise und die Sprache anwendungsrelevanter Disziplinen. Im Rahmen der Vorlesung erlernen sie, KI-Komponenten mit geeigneten Methoden wissenschaftlich aussagekräftig zu bewerten, die Methoden und Algorithmik selbstständig zu entwickeln und technisch umzusetzen. Besonders gefördert wird in diesem Rahmen auch die Fertigkeit zur sicheren und überzeugenden Darstellung von Ideen und Konzepten, verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen sowie zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden, Fachübergreifende Kenntnisse, Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung komplexer Informatikproblemstellungen, Fertigkeit zur Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien für komplexe Probleme, Verstehen von Teamprozessen, Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams, Selbstreflexion; verantwortliches Handeln vor dem Hintergrund von Unzulänglichkeit und widerstreitenden Interessen, Qualitätsbewusstsein, Akribie</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 240 Std.<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>60 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p>   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Ferienaufgabe  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Moduleile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Einführung in die Spieleprogrammierung (Vorlesung)</b>  |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch   |   |   |
| <b>SWS:</b> 2   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Game Engines, Entscheidungsfindung für KI-Charaktere, Wegfindung und Navigation, Gruppenverhalten und Gruppendynamik, Animationen, Physik, Storytelling, Ein-/Ausgabemethodik, Audio, Game Design, Grafik und Shaderprogrammierung   |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Skript   |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>   |   |   |
| <b>Einführung in die Spieleprogrammierung (Vorlesung)</b><br>Bitte trägt euch bei Interesse für die Veranstaltung zusätzlich in die Veranstaltung "Übung zu Einführung in die Spieleprogrammierung" ein! Über die erfolgreiche Zulassung zur Veranstaltung entscheidet die Bearbeitung  |   |   |

der Ferienaufgabe. Diese wird Ende des Wintersemesters in der Dateisektion der Digicampus-Veranstaltung "Übung zu Einführung in die Spieleprogrammierung" verfügbar sein und soll von jedem Kursteilnehmer individuell bearbeitet werden. Sollten wir mehr korrekte Abgaben als Plätze haben, werden die Plätze bis zum 12.04. verlost. Solltet ihr diese Frist verpasst haben, kontaktiert uns bitte um zu erfahren ob es noch Plätze gibt. Sowohl die Vorlesung als auch die Übung werden als Präsenzveranstaltung angeboten. Wir haben maximal 12 Arbeitsplätze mit Rechnern und 4 Laptop-Plätze im Praktikumsraum zur Verfügung. Geben Sie daher mit der Abgabe der Ferienaufgabe an, ob Sie einen Laptop mitbringen oder ggf. von zu Hause aus an der Übung teilnehmen möchten. ... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Einführung in die Spieleprogrammierung (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 4

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zur Einführung in die Spieleprogrammierung (Übung)**

Zur Teilnahme an der Übung ist die Eintragung in die Digicampus-Veranstaltung „Einführung in die Spieleprogrammierung“ Voraussetzung. Über die erfolgreiche Zulassung zur Veranstaltung entscheidet die Bearbeitung der Ferienaufgabe. Diese wird Ende des Wintersemesters in der Dateisektion der Digicampus-Veranstaltung "Übung zu Einführung in die Spieleprogrammierung" verfügbar sein und soll von jedem Kursteilnehmer individuell bearbeitet werden. Sollten wir mehr korrekte Abgaben als Plätze haben, werden die Plätze bis zum 12.04. verlost. Solltet ihr diese Frist verpasst haben, kontaktiert uns bitte um zu erfahren ob es noch Plätze gibt. Sowohl die Vorlesung als auch die Übung werden als Präsenzveranstaltung angeboten. Wir haben maximal 12 Arbeitsplätze mit Rechnern und 4 Laptop-Plätze im Praktikumsraum zur Verfügung. Geben Sie daher mit der Abgabe der Ferienaufgabe an, ob Sie einen Laptop mitbringen oder ggf. von zu Hause aus an der Übung teilnehmen möchten. ... (weiter siehe Digicampus)

**Prüfung**

**Einführung in die Spieleprogrammierung**

Portfolioprüfung

**Beschreibung:**

Ausnahmefall SoSe 2020: Portfolioprüfung



|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul INF-0183: Praktikum Spieleprogrammierung</b><br><i>Practical Module Game Programming</i>  |  | 8 ECTS/LP                                    |
| Version 1.0.0 (seit SoSe13)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Elisabeth André   |  |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul verstehen die Studierenden die wesentlichen Konzepte der Spieleentwicklung. Sie sind in der Lage, in kleinen Teams größere Projektaufgaben zu planen, nach einem selbst entwickelten Projektplan zu lösen und die Resultate angemessen im Plenum zu diskutieren und zu präsentieren. Sie sind in der Lage, fachliche Lösungskonzepte in Programme und Modelle zu übersetzen und beherrschen die Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden. Sie verfügen über die Kenntnisse der Denkweise und die Sprache anwendungsrelevanter Disziplinen. Im Rahmen des Praktikums erlernen sie, verschiedenste Komponenten eines Spiels mit geeigneten Methoden wissenschaftlich aussagekräftig zu bewerten, die Methoden und Algorithmik selbstständig zu entwickeln und technisch umzusetzen. Besonders gefördert wird in diesem Rahmen auch die Fertigkeit zur sicheren und überzeugenden Darstellung von Ideen und Konzepten, verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen sowie zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fertigkeit der sicheren und überzeugenden Darstellung von Ideen und Konzepten; Kenntnisse der Denkweise und Sprache anwendungsrelevanter Disziplinen; Verstehen von Teamprozessen; Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams; Fähigkeit zur Leitung von Teams; Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen; Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern; Fähigkeit, Beiträge zur Wissenschaft zu leisten; Kompetenz zum Erkennen von bedeutendetechnischen Entwicklungen; Qualitätsbewusstsein, Akribie.</p> |  |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 240 Std.<br/>90 Std. Praktikum (Präsenzstudium)<br/>150 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p>  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Modul Einführung in die Spieleprogrammierung (INF-0179) - empfohlen   |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 6  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Moduleile</b>   |  |  |
| <p><b>Modulteil: Praktikum Spieleprogrammierung</b><br/><b>Lehrformen:</b> Praktikum<br/><b>Sprache:</b> Deutsch<br/><b>SWS:</b> 6</p>   |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Innerhalb des Praktikums soll ein Spiel entwickelt werden. Der inhaltliche Schwerpunkt des Praktikums wird jedes Jahr neu festgelegt.   |  |  |
| <b>Literatur:</b><br>Literaturhinweise werden zu Beginn des Semesters bekanntgegeben.  |  |  |
| <p><b>Prüfung</b><br/><b>Praktikum Spieleprogrammierung</b><br/>praktische Prüfung</p>   |  |  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0201: Platzeffiziente Algorithmen</b><br><i>Space-Efficient Algorithms</i>  |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 1.1.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Torben Hagerup   |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Die Studierenden sind in der Lage, platzeffiziente Algorithmen zu verstehen, zu analysieren und selbst zu entwerfen. Sie verstehen die häufig notwendige Abwägung zwischen Zeit und Platz und kennen wichtige Entwurfsmethoden und grundlegende Datenstrukturen für platzeffiziente Algorithmen ebenso wie eine Anzahl konkreter platzeffizienter Algorithmen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b><br/>Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Fähigkeit zur präzisen fachlichen Ausdrucksweise; Beherrschung effektiver Lern- und Arbeitstechniken; Abstraktionsfähigkeit; Problemlösungskompetenz; Qualitätsbewusstsein.</p>   |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 150 Std.<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>   |   |   |
| <p><b>Voraussetzungen:</b><br/>Teilnehmer der Vorlesung sollten über gute algorithmische Kenntnisse verfügen, insbesondere im Bereich Graphenalgorithmen.<br/>Modul Informatik 3 (INF-0111) - empfohlen</p>  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Moduleile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Platzeffiziente Algorithmen (Vorlesung)</b>  |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |   |   |
| <b>SWS:</b> 2  |   |   |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>Manchmal hat ein Algorithmus eine große Eingabe, aber nur wenig frei beschreibbaren Arbeitsspeicher. Zum Beispiel könnte die Eingabe im Internet für Anfragen zur Verfügung stehen, aber in ihrer Gesamtheit so riesig sein, dass es unmöglich oder unpraktisch ist, sie auf den lokalen Rechner herunterzuladen.<br/><br/>Die Vorlesung beschäftigt sich aus theoretischer Sicht mit Algorithmen, die mit weniger Arbeitsspeicher als klassische Algorithmen für dieselben Probleme auskommen. Der Fokus liegt auf Graphenproblemen wie die Durchführung einer Tiefensuche oder die Berechnung kürzester Wege, aber auch Sortieren und platzeffiziente Datenstrukturen kommen zur Sprache. Ein Großteil der in der Vorlesung vorgestellten Ergebnisse wurde seit 2014 am Lehrstuhl für Theoretische Informatik erzielt. Die Vorlesung behandelt somit ein sehr aktives und aktuelles Forschungsgebiet.</p> |   |   |
| <p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> </ul>  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b>  |   |   |

**Platzeffiziente Algorithmen** (Vorlesung)

**Modulteil: Platzeffiziente Algorithmen (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Platzeffiziente Algorithmen** (Übung)

**Prüfung**

**Platzeffiziente Algorithmen (mündliche Prüfung)**

Mündliche Prüfung, Dauer: 30-45 Minuten

**Beschreibung:**

Die Prüfung findet zum Ende des Semesters statt. Es besteht bei Bedarf die Möglichkeit einer Nachholprüfung im Folgesemester.

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0207: Reinforcement Learning</b><br><i>Reinforcement Learning</i>   |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe14)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Elisabeth André   |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul verstehen die Studierenden die wesentlichen Konzepte des Reinforcement Learnings. Sie sind in der Lage, fachliche Lösungskonzepte in Programme und Modelle zu übersetzen und beherrschen die Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden. Sie verfügen über die Kenntnisse der Denkweise und die Sprache anwendungsrelevanter Disziplinen. Im Rahmen der Vorlesung erlernen sie, lernende Komponenten mit geeigneten Methoden wissenschaftlich aussagekräftig zu bewerten, die Methoden und Algorithmen selbstständig zu entwickeln und technisch umzusetzen. Besonders gefördert wird in diesem Rahmen auch die Fertigkeit zur sicheren und überzeugenden Darstellung von Ideen und Konzepten, verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen sowie zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fortgeschrittene mathematisch-formale Methodik, Fertigkeit zur Analyse und Strukturierung komplexer Informatikproblemstellungen, Fertigkeit zur Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien für komplexe Probleme, Verstehen von Teamprozessen, Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams, Selbstreflexion; verantwortliches Handeln vor dem Hintergrund von Unzulänglichkeit und widerstreitenden Interessen, Qualitätsbewusstsein, Akribie</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 240 Std.<br/>60 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Moduleile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Reinforcement Learning (Vorlesung)</b>   |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |   |   |
| <b>SWS:</b> 2  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Markov-Entscheidungsproblem, Dynamische Programmierung, Monte Carlo Methoden, TD-Lernen, Eligibility Traces, Hierarchisches Bestärkendes Lernen, Planen und Lernen, Generalisierung   |   |   |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript</li> <li>• Richard S. Sutton und Andrew G. Barto. Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press, 1998</li> </ul>  |   |   |
| <b>Modulteil: Reinforcement Learning (Übung)</b>   |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Übung   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |   |   |
| <b>SWS:</b> 4  |   |   |

**Prüfung**

**Reinforcement Learning**

Portfolioprüfung

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0233: Industrierobotik</b><br><i>Industrial Robotics</i>  |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 2.2.0 (seit SoSe17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Reif   |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Die Studierenden sind in der Lage Industrieroboter zu programmieren, kennen das dafür erforderliche methodische Vorgehen und können die Eignung verschiedener Vorgehensweise bewerten. Sie können fachliche Lösungskonzepte in Roboterprogramme umsetzen und dabei Entwurfsalternativen bewerten und anwenden. Sie haben Kenntnisse von praxisrelevanten Aufgabenstellungen in der automatisierten Fertigung. Sie haben die Fertigkeit zum analytischen und konzeptionellen Denken.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytisch-methodische Kompetenz</li> <li>• Abwägen von Lösungsansätzen</li> <li>• Erwerb von Abstraktionsfähigkeiten</li> </ul> |   |   |
| <p><b>Bemerkung:</b><br/>Dieses Modul ersetzt das Modul "INF-0132: Software in Mechatronik und Robotik". Sofern dieses bereits belegt wurde, ist eine erneute Belegung <b>nicht</b> möglich.</p>   |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 240 Std.<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>60 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im WS)  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Industrierobotik (Vorlesung)</b>   |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch  |   |   |
| <b>SWS:</b> 2  |   |   |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>Ziel der Veranstaltung ist es, an Beispielen die Programmierung und der Entwurf von Software für Industrieroboter, wie sie z.B. in der Automobilindustrie verwendet werden, zu erlernen. Dazu werden im ersten Teil der Vorlesung Grundlagen wie Kinematik und Bahnplanung mit Hilfe simulationsbasierter Programmieransätze behandelt. Im zweiten Teil der Vorlesung werden verschiedene, kleine Programmieraufgabenstellungen bearbeitet und auf einem KUKA Roboter evaluiert. Die Programmierung erfolgt mit der Roboterprogrammiersprache KRL.</p>  |   |   |
| <p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Sciavicco, B. Siciliano: Modelling and Control of Robot Manipulators. Reihe: Advanced Textbooks in Control and Signal Processing. Springer 2000 (2nd Ed.)</li> <li>• Handbücher von KUKA</li> <li>• Folienhandout</li> </ul>  |   |   |

---

**Modulteil: Industrierobotik (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 4

**Prüfung**

**Industrierobotik**

praktische Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten

Bearbeitungsfrist: 3 Monate

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0277: Analyzing Massive Data Sets</b><br><i>Analyzing Massive Data Sets</i>   |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.2.0 (seit SoSe18)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Michael Fischer   |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Nach der Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage die Konzepte und Methoden, Verfahren, Techniken und Technologien zur Analyse von massiv großen Datensätzen zu verstehen und zu bewerten. Mögliche Inhalte umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Information Retrieval</li> <li>• Ähnlichkeitssuche und Clustering</li> <li>• Analyse von Datenströmen und temporalen Daten</li> <li>• Webgraphen: Linkanalyse und soziale Netzwerke</li> <li>• Dynamische Netzwerke und Informationsausbreitung</li> <li>• Empfehlungssysteme und Onlinewerbung</li> <li>• Berechnungsverfahren für massive Datensätze</li> </ul> <p>Außerdem können die Studierenden fachliche Lösungskonzepte zur Analyse großer Datensätze in Programme umsetzen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken, Abwägen von Lösungsansätzen, Erwerb von Abstraktionsfähigkeiten; Fachspezifische Vertiefung; Umsetzen fachlicher Lösungskonzepte in Programme und Modelle; Kenntnisse der Vor-/Nachteile von Entwurfsalternativen und Bewertung im jeweiligen Anwendungszusammenhang; Auswahl und sichere Anwendung geeigneter Methoden; Fertigkeit, mit geeigneten Methoden wissenschaftlich aussagekräftige Bewertungen anzustellen; Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen; Kompetenz zum Erkennen von bedeutenden technischen Entwicklungen;</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 240 Std.<br/>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Modul Datenbanksysteme (INF-0073) - empfohlen<br>Modul Diskrete Strukturen für Informatiker (INF-0109) - empfohlen<br>Modul Informatik 3 (INF-0111) - empfohlen   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im SoSe)  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <p><b>Modulteil: Analyzing Massive Data Sets (Vorlesung)</b><br/><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br/><b>Sprache:</b> Englisch<br/><b>SWS:</b> 4</p>   |   |   |



**Inhalte:**

Die Vorlesung behandelt grundlegende Konzepte zur Analyse massiv großer Datensätze wie Informationsextraktion, Ähnlichkeitssuche, Clustering, Link- und Netzwerkanalyse sowie deren Implementierung.

**Literatur:**

- Mining of Massive Datasets. J. Leskovec, A. Rajaraman, J.D. Ullman. Cambridge University Press, 2014
- D. Easley, J. Kleinberg. Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World. Cambridge University Press, 2010.
- R. Baeza-Yates, B. Ribeiro-Neto: Modern Information Retrieval

Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Analyzing Massive Data Sets** (Vorlesung)

**Modulteil: Analyzing Massive Data Sets (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Analyzing Massive Data Sets** (Übung)

Die Anmeldung erfolgt in den Einzelübungen.

**Prüfung**

**Analyzing Massive Data Sets**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Modul INF-0293: Advanced Deep Learning</b><br><i>Advanced Deep Learning</i>   |  | 8 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS18/19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Rainer Lienhart  |  |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>                 Nach der Teilnahme an dem Praxismodul verfügen die Studierenden über detailliertes und aktuelles Fachwissen auf dem Gebiet des maschinellen Lernens, können bedeutsame technische Entwicklungen identifizieren und können eine komplette Pipeline zur multimodalen Datenverarbeitung mit tiefen neuronalen Netzen implementieren. Sie können Problemstellungen und Ergebnisse des Gebiets präzise beschreiben, diskutieren und gelernte Konzepte und Methoden auf ähnliche Problemstellungen im maschinellen Lernen anwenden. Darüber hinaus analysieren die Studierenden weiterführende Konzepte, Methoden, Verfahren, Techniken und Technologien aus dem Gebiet des maschinellen Lernens, um sie in Forschungsprojekten anzuwenden, diese auf aktuelle industriennahe Aufgabenstellungen zu übertragen und dort aktiv mitzuarbeiten. Die Studierenden lernen wissenschaftlich anspruchsvolle Themenstellungen im Gebiet des maschinellen Lernens auf andere Forschungsfragen zu übertragen und darauf aufbauend ein komplexes Projekt in Gruppenarbeit auszuarbeiten. Außerdem verfügen sie über die Team- und Kommunikationsfähigkeit, um Problemstellungen auf dem Gebiet zu erörtern, Fragen und Zwischenergebnisse zu diskutieren, beschreiben und zu präsentieren. Zusätzlich sind die Studierenden in der Lage detaillierte Experimente durchzuführen und Ergebnisse zu beurteilen, vergleichen und auf Plausibilität zu prüfen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b><br/>                 Fortgeschrittene mathematisch-formale Methodik; Umsetzen fachlicher Lösungskonzepte in Programme und Modelle; Methoden zur Entwicklung größerer Softwaresysteme, Konstruktion von Abstraktionen und Architekturen; Fachübergreifende Kenntnisse; Systematische Weiterentwicklung von Entwurfsmethoden; Fertigkeit der sicheren und überzeugenden Darstellung von Ideen und Konzepten; Verstehen von Teamprozessen; Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams; Fähigkeit zur Leitung von Teams; Kennenlernen der Abläufe und Prozesse im Anwendungsumfeld der Informatik; Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen; Selbstreflexion; verantwortliches Handeln vor dem Hintergrund von Unzulänglichkeit und widerstreitenden Interessen; Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern; Qualitätsbewusstsein, Akribie</p> |  |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>                 Gesamt: 240 Std.<br/>                 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>                 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>                 120 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>                 20 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>                 40 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>  |  |   |
| <p><b>Voraussetzungen:</b><br/>                 Grundkenntnisse in maschinellern Lernen und maschinellern Sehen (Grundstudiums-Vorlesungen "Multimedia Grundlagen 1" bzw. "Grundlagen der Signalverarbeitung und des Maschinellen Lernens", "Multimedia Grundlagen 2" sowie die Master-Vorlesung "Multimedia 2" bzw. "Machine Learning and Computer Vision")</p>   |  | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br/>                 Bestehen der Portfolioprüfung</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p>   | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br/>                 ab dem 1.</p>         | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br/>                 1 Semester</p>              |
| <p><b>SWS:</b><br/>                 6</p>  | <p><b>Wiederholbarkeit:</b><br/>                 siehe PO des Studiengangs</p> |   |

**Modulteile**

**Modulteil: Advanced Deep Learning (Vorlesung)**

**Lehrformen:** Vorlesung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Inhalte:**

- Deep Learning in general
- Deep Convolutional Neural Networks
- Transfer Learning
- Recurrent Neural Networks / LSTM Networks
- Natural Language Processing
- Multimodal Fusion (Vision+Language)
- Application: Image Captioning

**Modulteil: Advanced Deep Learning (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 4

**Prüfung**

**Advanced Deep Learning**

Portfolioprüfung, Die Endnote setzt sich aus bewerteten Übungsblättern und einem bewerteten Teamprojekt zusammen.

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul INF-0307: Modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software Systemen</b><br><i>Model-Based Development and Analysis of Software Systems</i>  |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 1.1.0 (seit SoSe19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Bauer   |  |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software Systemen befasst sich mit der Effizienzsteigerung in der Softwareherstellung durch Automatisierung und Wiederverwendung. Die Teilnehmer lernen in der Veranstaltung Methoden zur modellgetriebenen Entwicklung von Softwaresysteme anzuwenden und zu vergleichen. Sie entwickeln dabei vertiefte, fachspezifische Lösungskonzepte für MDSD. Sie können aktuelle Technologien und Standards für MDSD bewerten und analysieren deren Anwendbarkeit in praxisrelevanten Aufgabenstellungen. Die Teilnehmer bauen Fertigkeiten zur Analyse und Strukturierung komplexer Informatikproblemstellungen bei der Generierung von Infrastrukturcode, Subsysteme, Konfigurationen oder ganze Anwendungen aus Modellen auf. Dabei entwickeln sie Fertigkeiten zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken und können Problemlösungen systematisch entwickeln und beurteilen.</p> <p><b>Schlüsselqualifikation:</b> Fachübergreifende Kenntnisse; Kompetenz zur Vernetzung unterschiedlicher Fachgebiete; Team- und Kommunikationsfähigkeit; Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern; Qualitätsbewusstsein; Kennenlernen der Abläufe und Prozesse im Anwendungsumfeld der Informatik; Formale quantitative Grundlagen kennen und verstehen; Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen</p> |  |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 180 Std.<br/>23 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>22 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>45 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p>  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Frühere Veranstaltung "Modellgetriebene Softwareentwicklung" darf <b>nicht</b> belegt worden sein wegen Überschneidungen.  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig (i. d. R. im SoSe)  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 5   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |  |  |
| <b>Modulteil: Modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software Systemen (Vorlesung)</b>  |  |  |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  |  |  |
| <b>Sprache:</b> Deutsch   |  |  |
| <b>SWS:</b> 3   |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software Systemen befasst sich mit der Effizienzsteigerung in der Softwareherstellung durch Automatisierung und Wiederverwendung. Dabei werden Infrastrukturcode, Subsysteme, Konfigurationen oder ganze Anwendungen aus Modellen generiert.  |  |  |

**Literatur:**

- Folien
- Pohl et al. Software Product Line Engineering: Foundations, Principles, and Techniques
- Kleppe et al: MDA explained
- Hitz et al: UML@Work
- weitere Literatur in der Vorlesung zu speziellen Themen

**Modulteil: Modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software Systemen (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Modellbasierte Entwicklung und Analyse von Software Systemen**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0309: Echtzeitsysteme</b><br><i>Real-Time Systems</i>   |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.7.0 (seit WS19/20)<br>Modulverantwortliche/r:<br>Prof. Dr. Sebastian Altmeyer  |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Die Vorlesung vermittelt grundlegende und weiterführende Kenntnisse zu Echtzeitsystemen wie sie in nahezu allen eingebetteten Systemen, jedoch speziell in den Bereichen Automobil, Luft-/Raumfahrt und Robotik vorkommen. Die theoretischen Grundlagen werden sich am aktuellen Forschungsstand orientieren und eine weitere Beschäftigung der Studierenden mit dem Thema eingebettete Echtzeitsysteme auf wissenschaftlichen Niveau ermöglichen.</p> <p>Die Vorlesung wird den Studierenden die Fähigkeit vermitteln verschiedene eingebettete Systeme anhand ihrer Echtzeitanforderungen zu unterscheiden und einzuordnen. Die Studierenden lernen aktuelle Methoden zur Validierung des Zeitverhaltens anzuwenden, zu vergleichen, und im Hinblick auf eine mögliche Zertifizierung des Zeitverhaltens kritisch zu analysieren. Dies beinhaltet die Optimierung und Auswahl von Echtzeit-Schedules und deren Verifikation. Die Vorlesung behandelt zudem verschiedene Prozessortypen, und wird näher auf die Besonderheiten von Einkern und Mehrkern-Prozessoren im Echtzeitbereich eingehen. Die Studierenden werden hierbei in die Lage versetzt, Prozessoren anhand ihrer Eignung für Echtzeitsysteme zu klassifizieren und den Einfluss von Entwurfsentscheidungen auf das Echtzeitverhalten und die Analyse des Echtzeitverhaltens zu untersuchen.</p> <p>Der Lehrstoff wird anhand von Fallstudien aus den Bereichen Automobil und Luftfahrt exemplifiziert und von den Studierenden anhand eines einfachen Echtzeitsystems angewendet.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Analytisch-methodische Kompetenz, Abwägung von Lösungsansätzen, Präsentation von Lösungen von Übungsaufgaben; Fertigkeit zur verständlichen Darstellung und Dokumentation von Ergebnissen; Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern; Qualitätsbewusstsein, Akribie; Selbstreflexion; verantwortliches Handeln vor dem Hintergrund von Unzulänglichkeit und widerstreitenden Interessen</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 240 Std.</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im WS)  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <p><b>Modulteil: Echtzeitsysteme (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>SWS:</b> 4</p>  |   |   |

**Inhalte:**

- WCET Analyse
- Scheduling Analyse
- Programmierung von Echtzeitsystemen
- Prozessoren für Echtzeitsysteme
- Echtzeitbetriebssysteme
- Zertifizierung von Echtzeitsystemen

**Literatur:**

- Sanjoy Baruah, Marko Bertogna, Giorgio Buttazzo, Multiprocessor Scheduling for Real-Time Systems, Springer, 2015.
- Giorgio Buttazzo, Hard Real-Time Computing Systems: Predictable Scheduling Algorithms and Applications, Springer, 2011.
- Heinz Wörn, Uwe Brinkschulte, Echtzeitsysteme, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 2005
- Uwe Brinkschulte, Theo Ungerer, Mikrocontroller und Mikroprozessoren, Springer Verlag, Heidelberg, dritte Auflage 2010

**Modulteil: Echtzeitsysteme (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Echtzeitsysteme**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0310: Perlen der Algorithmik</b><br><i>Algorithmic Gems</i>   |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Torben Hagerup  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Vorlesung haben die Studierenden einen guten Überblick über mehrere Teilgebiete der Algorithmik.<br>Sie kennen verschiedene Berechnungsmodelle und verschiedene Arten der Bewertung und der Analyse von Datenstrukturen und Algorithmen und können diese auf neue Problemstellungen anwenden.<br>Sie sind vertraut mit Algorithmen und Datenstrukturen, die nicht zum Standardkanon eines Informatikstudiums gehören. |   |   |
| <b>Schlüsselqualifikationen:</b><br>Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Fähigkeit zur präzisen fachlichen Ausdrucksweise; Beherrschung effektiver Lern- und Arbeitstechniken; Abstraktionsfähigkeit; Problemlösungskompetenz; Qualitätsbewusstsein.   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 150 Std.<br>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Teilnehmer der Vorlesung sollten über gute algorithmische Kenntnisse verfügen.<br>Modul Informatik 3 (INF-0111) - empfohlen   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Perlen der Algorithmik (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Vorlesung stellt eine Reihe meist unabhängiger Algorithmen und Datenstrukturen vor und versucht so, den Teilnehmern einen Überblick über Sichtweisen, Ziele, Methoden und Ergebnisse vieler Teilgebiete der Algorithmik zu vermitteln. Die konkrete Themenauswahl basiert auf Kriterien wie theoretische oder praktische Wichtigkeit, relative Einfachheit, Eleganz und Neuheit.  |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Ein englischsprachiges Skript wird zur Verfügung gestellt.  |   |   |
| <b>Modulteil: Perlen der Algorithmik (Übung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2   |   |   |



---

**Prüfung**

**Perlen der Algorithmik**

Mündliche Prüfung, Dauer: 30-45 Minuten

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul INF-0315: Deep Learning</b><br><i>Deep Learning</i>  |   | 5 ECTS/LP  |
| Version 1.4.0 (seit SoSe19)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Björn Schuller   |   |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>The course Deep Learning covers the historical and formal fundamentals of Neural Networks, as well as the core principles of Machine Learning and data modelling.</p> <p>Upon completing the course, students will have the skills and knowledge to be able to choose suitable approaches and network architectures for specific tasks and know the pros and cons of design alternatives, as assessed in the respective application context. They will be able to apply and implement the discussed technical concepts in programs and systems. Furthermore, they will have the ability to analyse Deep Neural Network-based models and to design novel architectures and training methods.</p> <p>During the course, the participants will improve their skills in logical, analytical, and conceptual thinking. Students will gain the ability to make scientifically meaningful assessments in the field of machine learning and data science using appropriate methods. They will get used to the way of thinking and the language of relevant disciplines.</p> <p>Moreover, students will gain the ability to, convincingly, present their developed ideas and concepts. They will be able to apply their new knowledge to practical tasks and solve many real-life problems through the appropriate application of machine learning. They will also develop the competence to identify significant technical developments in the field.</p> <p><b>Key qualifications:</b> analytical skills, data science cross-disciplinary knowledge, procedures and processes in creating practical systems, ability to present and document results in a comprehensible way, skill to solve problems under practical conditions, self-reflection, quality awareness, meticulousness, teamwork</p> |   |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 150 Std.</p> <p>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Knowledge of basic mathematic lectures should be present.  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> in der Regel mind. 1x pro Studienjahr  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Moduleile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Deep Learning (Vorlesung)</b>   |   |  |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  |   |  |
| <b>Sprache:</b> Deutsch   |   |  |
| <b>SWS:</b> 2   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Perceptron, Feed-forward Neural Networks, Gradient-based Learning, Backpropagation, Recurrent Neural Networks, Convolutional Neural Networks, Autoencoders, Transfer Learning, Generative Adversarial Nets, Attention, Connectionist Temporal Classification, Data Preprocessing, Evaluation, Audio Classification, Object Detection, Natural Language Processing  |   |  |
| <b>Literatur:</b><br>Ian Goodfellow; Yoshua Bengio; Aaron Courville (2016). <i>Deep Learning</i> . Cambridge, Massachusetts: MIT Press.<br>Further literature is going to be announced during the lecture.  |   |  |

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Deep Learning** (Vorlesung)

The course Deep Learning covers the fundamentals and applications of Machine Learning using Deep Neural Networks. The Lecture includes a historical outline of Neural Network developments, covering all aspects from basic concepts to complex models. The course covers Neural Network architectures that are suitable for a variety of data types and signals from different domains, such as audio, speech, vision, and text. In the Tutorials, students will be familiarised with the latest Deep Learning toolkits such as Tensorflow and Keras and learn how to train and evaluate Deep Neural Networks for different applications.

**Modulteil: Übung zu Deep Learning**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Deep Learning** (Vorlesung)

The course Deep Learning covers the fundamentals and applications of Machine Learning using Deep Neural Networks. The Lecture includes a historical outline of Neural Network developments, covering all aspects from basic concepts to complex models. The course covers Neural Network architectures that are suitable for a variety of data types and signals from different domains, such as audio, speech, vision, and text. In the Tutorials, students will be familiarised with the latest Deep Learning toolkits such as Tensorflow and Keras and learn how to train and evaluate Deep Neural Networks for different applications.

**Übung zu Deep Learning** (Übung)

We offer 2 dates for the tutorial (Monday 14:00 and Tuesday 12:15 in 2013N). Students should only attend one of them.

**Prüfung**

**Deep Learning**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul INF-0335: Safety-Critical Systems</b><br><i>Safety-Critical Systems</i>  |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 1.2.0 (seit SoSe20)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Altmeyer   |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden lernen die Fehlertoleranzanforderungen in eingebetteten Systemen kennen und ordnen diese anhand der zugrundeliegenden Vorschriften und Normen (z.B. ISO 26262) zum Entwurf sicherheitsrelevanter Systeme ein.</p> <p>Sie können die Ursachen und Effekte von Hardware-Fehlern beschreiben und sind in der Lage, unterschiedliche Redundanztechniken zu analysieren und zu bewerten.</p> <p>Weitere Schwerpunkte der Vorlesung sind die Anwendung der stochastischen Grundlagen der Fehlerrechnung, das Analysieren und Modellieren von Rechensystemen mit Zuverlässigkeitsblockdiagrammen und Fehlerbäumen, sowie das Differenzieren unterschiedlicher Redundanzarten und deren Verwendung in verschiedenen Hard- und Software-Techniken zur Fehlererkennung. Außerdem werden Techniken zur Fehlerkorrektur, Fehlerdiagnose und Rekonfiguration vorgestellt und untersucht.</p> <p>Die Studierenden lernen verschiedene Konzepte fehlertolerierender Rechensysteme aus Theorie und Praxis zu klassifizieren und zu vergleichen, wie z.B. Lockstep-Ausführung, Prozess-Redundanz, ECC-Speicher-Implementierungen oder Kontrollflussüberprüfung.</p> <p>In den praktischen Übungen wenden die Studierenden die Methoden der Modellierung und Fehlerrechnung an verschiedenen Aufgaben an, arbeiten ihre Lösungen aus und vergleichen auf qualitativer Ebene verschiedene Fehlertoleranzkonzepte aus Forschung und Praxis.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Analytisch-methodische Kompetenz in der Analyse fehlertolerierender Rechensysteme, Abwägung von Lösungsansätzen, Verständliche Präsentation von Lösungen von Übungsaufgaben, Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern, Selbstreflexion</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 150 Std.</p> <p>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im SoSe)   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <p><b>Modulteil: Safety-Critical Systems (Vorlesung)</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch</p> <p><b>SWS:</b> 2</p>   |   |   |

**Inhalte:**

Die Vorlesung betrachtet Methoden zur Einhaltung der funktionalen Sicherheit in Rechensystemen, sowie deren Entwurf und Analyse. Zunächst werden verschiedene Fehlerarten charakterisiert und die Bedeutung von Fehlermodellen hervorgehoben. Danach werden unterschiedliche Hardware- und Software-Methoden zur Erkennung und Tolerierung von Fehlern vorgestellt. Die diskutierten Maßnahmen beziehen sich nicht nur auf strukturelle, sondern auch auf zeitliche und informationelle Redundanz (fehlertolerierende Codes). Nach einem kurzen Repetitorium der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kombinatorik werden verschiedene Analysemethoden wie klassische Wahrscheinlichkeitsrechnung, Zuverlässigkeits-Blockdiagramme, Markovketten, FMEA und Fehlerbäume vorgestellt, Unterschiede hervorgehoben und anhand praktischer Beispiele erläutert. Verschiedene Methoden zur Fehlerinjektion, die zur Bewertung von fehlertolerierenden Systemen notwendig sind, werden kurz besprochen.

**Literatur:**

- D. Sorin: Fault Tolerant Computer Architecture, Morgan and Claypool, 2009
- S. Mukherjee: Architecture Design for Soft Errors, Morgan Kaufmann, 2008
- I. Koren, C.M. Krishna: Fault-Tolerant Systems, Morgan Kaufmann, 2007

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Safety-Critical Systems** (Vorlesung)

Inhalte: - Fehlertoleranzanforderungen und deren zugrundeliegende Normen - Ursachen und Effekte von Fehlern  
 - Entwurf und Analyse von Fehlertoleranzmechanismen - Wiederholung von Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kombinatorik - Zuverlässigkeits-Blockdiagramme, Markovketten, Fehlerbäume - Redundanztechniken und Fehlerkorrektur

**Modulteil: Safety-Critical Systems (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Safety-Critical Systems** (Übung)

Anmeldung nur zur Vorlesung notwendig.

**Prüfung**

**Safety-Critical Systems**

Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul INF-0362: Grundlagen verteilter und paralleler Systeme</b><br><i>Fundamentals of Distributed and Parallel Systems</i>  |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 1.0.0 (seit WS20/21)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Bernhard Bauer  |  |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, die grundlegenden wissenschaftlichen Konzepte/Begriffe aus dem Bereich der verteilten Systeme einzuordnen und zu bewerten.<br/>Anhand von Fallstudien aus der Praxis lernen die Studierenden, den konzeptuellen Aufbau größerer verteilter Systeme zu analysieren, bewerten und in ihre Bestandteile zu gliedern.<br/>Sie können die erworbenen Kompetenzen in praxis-orientierten Aufgabenstellungen anwenden und sind in der Lage, in kleinen Teams selbstständig Lösungsansätze unter Berücksichtigung geeigneter Methoden auszuarbeiten und zu präsentieren.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fertigkeit zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken; Eigenständiges Arbeiten mit (auch englischsprachigen) Lehrbüchern und wissenschaftlicher Fachliteratur; Verständliche Präsentation von Ergebnissen; Erwerb von Abstraktionsfähigkeiten; Fertigkeit der Zusammenarbeit in Teams</p> |  |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 180 Std.<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>45 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>25 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>  |  |  |
| <p><b>Voraussetzungen:</b><br/>Frühere Veranstaltungen "Grundlagen verteilter Systeme" und "Multicore-Programmierung" dürfen <b>nicht</b> belegt worden sein wegen Überschneidungen.</p>  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 5   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |  |  |
| <p><b>Modulteil: Grundlagen verteilter und paralleler Systeme (Vorlesung)</b><br/><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br/><b>Sprache:</b> Deutsch<br/><b>SWS:</b> 3</p>  |  |  |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>Die Vorlesung "Grundlagen verteilter und paralleler Systeme" beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit folgenden Themen: Einführung in verteilte Systeme, Netzwerk-Grundlagen, Kommunikationsmodelle, Synchronisation und Koordination, Konsistenz und Replikation, Fehlertoleranz, Prozeßmanagement, Infrastruktur heterogener verteilter Systeme, Client/Server Systeme.</p>   |  |  |
| <p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folien</li> <li>• Tanenbaum, van Steen: Verteilte Systeme, Pearson Studium</li> <li>• Coulouris, Dollimore, Kindberg: Verteilte Systeme, Pearson Studium</li> <li>• U. Gleim, T. Schüle: Multicore-Software, dpunkt.verlag 2012</li> </ul>  |  |  |

---

**Modulteil: Grundlagen verteilter und paralleler Systeme (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Grundlagen verteilter und paralleler Systeme**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul INF-0367: Advanced Machine Learning and Computer Vision</b>  |   | 5 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS20/21)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Rainer Lienhart   |   |  |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul besitzen die Studierenden vertiefte fortgeschrittene Kenntnisse des maschinellen Lernens (Support Vector Machines und tiefe neuronale Netze und deren Grundbausteine) und des maschinellen Sehens (tiefe neuronale Netzarchitekturen und Systeme) und können diese anwenden. Sie sind in der Lage, wissenschaftlich komplexe Verfahren auf dem Gebiet der Bild-, Text-, Video- und Signalverarbeitung zu analysieren, zu verstehen und programmatisch umzusetzen, sowie die erlernten Prinzipien auf neue Fragestellungen geeignet anzuwenden. Sie entwickeln Fertigkeiten zum logischen, analytischen und konzeptionellen Denken im Bereich des maschinellen Lernens und Sehens.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> fortgeschrittene mathematisch-formale Logik; kritisches Lesen und Analysieren von wissenschaftlichen Veröffentlichungen; Umsetzen fachlicher Lösungskonzepte in Modelle; fachübergreifende Kenntnisse; Entwicklung und Umsetzung von Lösungsstrategien komplexer Problemstellungen; systematische Weiterentwicklung von Entwurfsmethoden; Fertigkeit zur Lösung von Problemen unter praxisnahen Randbedingungen</p> |   |  |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 150 Std.<br/>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p>  |   |  |
| <p><b>Voraussetzungen:</b><br/>Kenntnisse in maschinellern Lernen und maschinellern Sehen (Master-Vorlesung INF-0092 "Multimedia II" bzw. INF-0316 "Machine Learning and Computer Vision")</p>  |   | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br/>Bestehen der Modulprüfung</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester</p>  | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br/>ab dem 2.</p>         | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br/>1 Semester</p>          |
| <p><b>SWS:</b><br/>4</p>  | <p><b>Wiederholbarkeit:</b><br/>siehe PO des Studiengangs</p> |  |
| <p><b>Modulteile</b></p>  |   |  |
| <p><b>Modulteil: Advanced Machine Learning and Computer Vision (Vorlesung)</b><br/><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br/><b>Sprache:</b> Deutsch<br/><b>SWS:</b> 2</p>   |   |  |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>Die Vorlesung gibt einen vertieften Einblick in alle Aspekte des maschinellen Lernens und des maschinellen Sehens. Die erlernten Konzepte werden in den Übungen anhand von erfolgreichen Beispielen aus der Praxis ausprobiert, geübt, analysiert und bewertet. Die Inhalte der Vorlesung umfassen: Support Vector Machines, Grundbausteine von tiefen Neuronalen Netzen (Layerstrukturen, Normalisierung, Attention-Mechanismen), sowie aktuelle Referenzarchitekturen und -system für Bild-, Text-, Videoverarbeitung und deren Kombination mit weiteren Sensorsignalen.</p>   |   |  |
| <p><b>Literatur:</b><br/>Literaturhinweise werden zu Beginn des Semesters bekanntgegeben.</p>   |   |  |



**Modulteil: Advanced Machine Learning and Computer Vision (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Advanced Machine Learning and Computer Vision (Klausur)**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

**Beschreibung:**

Die Prüfung kann jedes Semester in der Prüfungszeit abgelegt werden.

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul INF-0371: Approximation Algorithms</b><br><i>Approximation Algorithms</i>   |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 1.2.0 (seit WS20/21)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tobias Mömke   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Developing an understanding of central topics in the field of approximation algorithms; acquiring powerful mathematical tools to analyze algorithms; improve the ability to abstract and systematically solve optimization problems.<br><br><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Ability to build intuitive understanding of mathematical formalisms; ability to identify core properties of optimization problems; deep understanding of powerful mathematical tools   |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 150 Std.<br>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Basic knowledge of Algorithms and Data Structures (e.g., "INF-0111: Informatik 3") and Theoretical Computer Science (e.g., "INF-0110: Einführung in die Theoretische Informatik").  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Approximation Algorithms (Vorlesung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 2  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Given an NP-hard optimization problem, how well can it be approximated in polynomial time? It is exciting and challenging to understand the approximability of fundamental optimization problems. This course mainly focuses on upper bounds, i.e., designing efficient approximation algorithms.<br><br>In this course, we will study several classes of problems, such as packing problems, network design, and graph problems. We will cover central algorithmic techniques for designing approximation algorithms, including greedy algorithms, dynamic programming, linear and semi-definite programming, and randomization. |   |   |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• David P. Williamson and David B. Shmoys, The Design of Approximation Algorithms, Cambridge University Press.</li> <li>• Vijay V. Vazirani, Approximation Algorithms, Springer.</li> </ul>   |   |   |
| <b>Modulteil: Approximation Algorithms (Übung)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |   |   |

**Prüfung**

**Approximation Algorithms**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul INF-0383: Algorithmen für Big Data</b><br><i>Algorithms for Big Data</i>   |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit SoSe21)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tobias Mömke   |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Entwicklung und Verstehen von zentralen Konzepten im Algorithmendesign für Situationen, in denen zu viele Daten vorhanden sind um uneingeschränkt auf sie zugreifen zu können; Aneignung von Wissen über nützliche mathematischen Werkzeuge zur Analyse von Algorithmen; Verbesserung der Fähigkeiten, abstrakt zu denken und algorithmische Probleme systematisch zu analysieren.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Fähigkeit, intuitives Verständnis von mathematischen Formalismen zu entwickeln; Fähigkeit, wesentliche Eigenschaften von algorithmischen Problemen zu identifizieren; tiefes Verständnis von nützlichen mathematischen Werkzeugen</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 150 Std.<br/>30 Std. Übung (Präsenzstudium)<br/>30 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br/>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>15 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p>  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundlagenwissen zu Algorithmen und Datenstrukturen (z.B. Modul Informatik 3 (INF-0111)) und zu Wahrscheinlichkeitsrechnung (z.B. Modul Stochastik für Informatiker (MTH-6040)).   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Moduleile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Algorithmen für Big Data (Vorlesung)</b>  |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  |   |   |
| <b>SWS:</b> 2   |   |   |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>In moderner Datenverarbeitung stellt sich zunehmend häufig das Problem, dass große Mengen von Daten anfallen die nur auf günstigen aber langsamen Massenmedien gespeichert werden können. Algorithmisch stellt sich hier das Problem, dass die für eine Berechnung nötigen Daten nicht vollständig in den Hauptspeicher passen. Der Zugriff kann daher nur sequenziell erfolgen.<br/><br/>Dieser Kurs beschäftigt sich mit Algorithmen, die trotz solcher Beschränkungen beweisbar verlässliche Ergebnisse liefern.</p>  |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Wissenschaftliche Papiere, Surveys, Skripte  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Algorithmen für Big Data</b> (Vorlesung)  |   |   |

---

**Modulteil: Algorithmen für Big Data (Übung)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**SWS:** 2

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Algorithmen für Big Data (Übung)**

**Prüfung**

**Algorithmen für Big Data**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul INF-0428: Praktikum Programming Parallel Embedded Systems</b><br><i>Practical Module Programming Parallel Embedded Systems</i>   |   | 5 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS22/23)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sebastian Altmeyer  |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br/>Die Studierenden analysieren die besonderen Anforderungen von eingebetteten Systemen und optimieren die zu entwerfende Software hinsichtlich verfügbarer Ressourcen und einzuhaltender Zeitschranken. Sie entwickeln parallele Anwendungen zum Einsatz in eingebetteten Systemen in einer industrietypischen Programmiersprache. Dabei werden die Problemstellungen beim Entwurf mehrfädiger Anwendungen identifiziert und geeignete Lösungen dafür erarbeitet. Verschiedene Datenstrukturen zur Verwendung in parallelen Anwendungen werden klassifiziert, deren Implementierungen beurteilt, sowie anhand ihrer Leistungsfähigkeit bewertet. Techniken zum Debugging und zur Code-Analyse werden angewendet und verschiedene Optimierungsmöglichkeiten werden untersucht. In Projekten wenden die Studierenden die erlernten Fähigkeiten beim Entwurf einer parallelen Anwendung selbstständig an. Darüber hinaus wird die Leistungsfähigkeit der dabei entwickelten Software gemessen und in Bezug auf die gestellten Anforderungen analysiert und beurteilt.</p> <p><b>Schlüsselqualifikationen:</b> Analytisch-methodische Kompetenz; Abwägung von Lösungsansätzen; Fähigkeit, vorhandenes Wissen selbstständig zu erweitern; Fertigkeit der verständlichen und sicheren mündlichen Darstellung von Ideen, Konzepten und Ergebnissen; Selbstreflexion</p> |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b><br/>Gesamt: 150 Std.<br/>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br/>60 Std. Praktikum (Präsenzstudium)</p>  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im WS)   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Praktikum Programming Parallel Embedded Systems</b>   |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Praktikum  |   |   |
| <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch  |   |   |
| <b>SWS:</b> 4   |   |   |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>Im Praktikum werden grundlegende Techniken zur Erstellung von Software-Projekten in industrietypischen Programmiersprachen betrachtet, sowie Möglichkeiten zur Code-Analyse, zum Testen und zum Debuggen. Besonderer Fokus liegt auf der Programmierung paralleler und nebenläufiger Anwendungen mit Tasks und Threads für Ein- und Mehrkernprozessoren, sowie auf der GPGPU-Programmierung. Plattformunabhängige Programmierung wird anhand verschiedener Systeme vom 8-Bit Mikrocontroller bis zur 64-Bit Workstation veranschaulicht, die Auswirkungen der Befehlssatzarchitektur auf die Leistungsfähigkeit der Software werden analysiert, und die sich daraus ergebenden möglichen Performance-Optimierungen werden untersucht. Nach dem Kennenlernen der wesentlichen Features der Programmiersprache, den gebräuchlichen Tools sowie relevanter paralleler Datenstrukturen wird von den Studierenden im Rahmen einer größeren Projektaufgabe eine selbst festgelegte parallele Anwendung implementiert.</p>  |   |   |

**Prüfung**

**Praktikum Programming Parallel Embedded Systems**

praktische Prüfung

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul PHM-0049: Nanostructures / Nanophysics</b><br><i>Nanostructures / Nanophysics</i>   |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 1.2.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. István Kézsmárki   |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. Semiconductor quantum wells, wires and dots, low dimensional electron systems</li> <li>2. Magnetotransport in low-dimensional systems, Quantum-Hall-Effect, Quantized conductance</li> <li>3. Optical properties of nanostructures and their application in modern optoelectronic devices, Nanophotonics</li> <li>4. Fabrication and detection techniques of nanostructures</li> <li>5. Ferroic properties of nanostructures (Ferroelectricity, Magnetism, Multiferroicity)</li> <li>6. Nano-bio-magnetism (magnetotactic bacteria, magnetoreception, malaria)</li> </ol>   |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students gain basic knowledge of the fundamental concepts in modern nanoscale science.</li> <li>• The students have detailed knowledge of low-dimensional semiconductor structures and how these systems can be applied for novel functional devices for high-frequency electronics and optoelectronics</li> <li>• The students gain competence in selecting different fabrication and characterization approaches for specific nanostructures.</li> <li>• The students are able apply these concepts to tackle present problems in nanophysics.</li> <li>• The students acquire scientific skills to search for scientific literature and to evaluate scientific content.</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>recommended prerequisites: basic knowledge in solid-state physics and quantum mechanics.  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |  |  |
| <b>Modulteil: Nanostructures / Nanophysics</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 4  |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description  |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>see module description  |  |  |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yu und Cardona: Fundamentals of Semiconductors</li> <li>• Singh: Electronic and Optoelectronic Properties of Semiconductor Structures (Cambridge University Press)</li> <li>• Davies: The Physics of low-dimensional Semiconductors (Cambridge University Press)</li> </ul>   |  |  |



---

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Nanostructures / Nanophysics** (Vorlesung)

**Prüfung**

**Nanostructures / Nanophysics**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Nanostructures / Nanophysics

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul PHM-0053: Chemical Physics I</b><br><i>Chemical Physics I</i>   |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 1.0.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Scherer   |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of quantum chemical methods</li> <li>• Molecular symmetry and group theory</li> <li>• The electronical structure of transition metal complexes</li> </ul>  |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basics of the extended-Hückel-method and the density functional theory,</li> <li>• know the basics of group theory,</li> <li>• are able to apply the knowledge gained through consideration of symmetry from vibration-, NMR-, and UV/VIS-spectroscopy, and</li> <li>• are able to interpret and predict the basical geometric, electronical and magnetical properties of transition metal complexes.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: ability to specialize in a scientific topic and to apply the acquired knowledge for solving scientific problems.</li> </ul> |  |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>It is possible for students to do EHM calculations autonomously and analyze electronical structures of molecules on a computer cluster within the scope of the tutorial.  |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>It is recommended to complete the experiments FP11 (IR-spectroscopy) and FP17 (Raman-spectroscopy) of the module "Physikalisches Fortgeschrittenenpraktikum".   |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester not in winter term 22/23   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |  |  |
| <b>Modulteil: Chemical Physics I</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 3  |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description  |  |  |

**Inhalte:**

- Basics of quantum chemical methods
  - Extended Hueckel method (EHM)
  - Modern quantum chemical methods of chemical physics
  - Application: exemplary calculations and interpretation of simple electronic structures
- Molecular symmetry and group theory
  - Symmetry operations and matrix transformations
  - Point groups
  - Reducible and irreducible representations
  - Character tables
  - Application: infrared- and raman-spectroscopy, NMR-spectroscopy
- The electronic structure of transition metal complexes
  - Ligand field theory and angular-overlap model (AOM)
  - The physical basics of the spectrochemical series
  - Molecular orbital theory of transition metal complexes
  - Application: UV/VIS-spectroscopy, molecular magnetism

**Literatur:**

- J. Reinhold, Quantentheorie der Moleküle (Teubner)
- H.-H. Schmidtke, Quantenchemie (VCH)
- D. C. Harris und M. D. Bertolucci, Symmetry and Spectroscopy (Dover Publications)
- D. M. Bishop, Group Theory and Chemistry (Dover Publications)
- J. K. Burdett, Chemical Bonds: A Dialog (Wiley)
- F. A. Kettle, Physical Inorganic Chemistry (Oxford University Press)
- A. Frisch, Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods (Gaussian Inc. Pittsburg, PA)

**Modulteil: Chemical Physics I (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Prüfung**

**Chemical Physics I**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Chemical Physics I

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul PHM-0054: Chemical Physics II</b><br><i>Chemical Physics II</i>  |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 1.3.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Scherer<br>PD Dr. Georg Eickerling   |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to computational chemistry</li> <li>• Hartree-Fock Theory</li> <li>• DFT in a nutshell</li> <li>• Prediction of reaction mechanisms</li> <li>• calculation of physical and chemical properties</li> </ul>   |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic quantum chemical methods of chemical physics to interpret the electronic structures in molecules and solid-state compounds,</li> <li>• have therefore the competence to autonomously perform simple quantum chemical calculations using Hartree-Fock and Density Functional Theory (DFT) and to interpret the electronic structure of functional molecules and materials with regard to their chemical and physical properties</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: ability to specialize in a scientific topic and to apply the acquired knowledge for solving scientific problems.</li> </ul> |  |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>It is possible for students to do quantum chemical calculations autonomously and analyze electronical structures of molecules on a computer cluster within the scope of the tutorial.  |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)   |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>It is highly recommended to complete the module Chemical Physics I first.  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester not in summer term 23   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |  |  |
| <b>Modulteil: Chemical Physics II</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 3  |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description   |  |  |

**Literatur:**

- I. N. Levine, Quantum Chemistry, Pearson, 7th ed **2013**.
- A. Szabo, N. S. Ostlund, Modern Quantum Chemistry, Dover, **1996** (EbookCentral ebook).
- E. G. Lewars, Computational Chemistry, Springer, **2011**.
- D. C. Young, Computational Chemistry: A practical guide for applying techniques to real world problems, Wiley ebook, **2002**.
- R. A. van Santen, Ph. Sautet, Computational Methods in Catalysis and Materials Science, Wiley ebook, **2009**.
- P. Popelier, Atoms in Molecules: An Introduction, Pearson Education Limited, **2000**.
- A. Frisch, Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods, Gaussian Inc. Pittsburg, PA.

**Modulteil: Chemical Physics II (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Lernziele:**

see module description

**Prüfung**

**Chemical Physics II**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Chemical Physics II

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul PHM-0056: Ion-Solid Interaction</b><br><i>Ion-Solid Interaction</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Helmut Karl   |   |   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction (areas of scientific and technological application, principles)</li> <li>• Fundamentals of atomic collision processes (scattering, cross-sections, energy loss models, potentials in binary collision models)</li> <li>• Ion-induced modification of solids (integrated circuit fabrication with emphasis on ion induced phenomena, ion implantation, radiation damage, ion milling and etching (RIE), sputtering, erosion, deposition)</li> <li>• Transport phenomena</li> <li>• Analysis with ion beams</li> </ul> |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the physical principles and the basic mechanisms of the interaction between particles and solid state bodies in the energy range of eV to MeV,</li> <li>• are able to choose adequate physical models for specific technological and scientific applications, and</li> <li>• have the competence to work extensively autonomous on problems concerning the interaction between ions and solid state bodies.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills.</li> </ul>                      |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Basic Courses in Physics I–IV, Solid State Physics, Nuclear Physics   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Ion-Solid Interaction</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 3   |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>see module description  |   |   |

**Literatur:**

- R. Smith, Atomic and ion collisions in solids and at surfaces (Cambridge University Press, 1997)
- E. Rimini, Ion implantation: Basics to device fabrication (Kluwer, 1995)
- W. Eckstein: Computer Simulation of Ion-Solid Interactions (Springer, 1991)
- H. Ryssel, I. Ruge: Ionenimplantation (Teubner, 1978)
- Y. H. Ohtsuki: Charged Beam Interaction with Solids (Taylor & Francis, 1983)
- J. F. Ziegler (Hrsg.): The Stopping and Range of Ions in Solids (Pergamon)
- R. Behrisch (Hrsg.): Sputtering by Particle Bombardment (Springer)
- M. Nastasi, J. K. Hirvonen, J. W. Mayer: Ion-Solid Interactions: Fundamentals and Applications (Cambridge University Press, 1996)
- <http://www.SRIM.org>

**Modulteil: Ion-Solid Interaction (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Prüfung**

**Ion-Solid Interaction**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Ion-Solid Interaction

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul PHM-0057: Physics of Thin Films</b><br><i>Physics of Thin Films</i>  |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 1.6.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: PD Dr. German Hammerl   |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thin film growth: basics, thermodynamic considerations, surface kinetics, growth mechanisms</li> <li>• Thin film growth techniques: vacuum technology, physical vapor deposition, chemical vapor deposition</li> <li>• Analysis and characterization of thin films: in-situ methods, ex-situ methods, direct methods</li> <li>• Properties and applications of thin films</li> </ul>   |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know a broad spectrum of methods of thin film technology and material properties and applications of thin films,</li> <li>• have the competence to deal with current problems in the field of thin film technology largely autonomously,</li> <li>• are able to choose the right substrates and thin film materials for epitaxial thin film growth to achieve desired application conditions,</li> <li>• acquire skills of combining the various technologies for growing thin layers with respect to their properties and applications, and</li> <li>• acquire scientific soft skills to search for scientific literature, understand technical English, work with literature in the field of thin films, interpret experimental results.</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)   |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |  |  |
| <b>Modulteil: Physics of Thin Films</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 4  |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description   |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>see module description   |  |  |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Ohring, The Materials Science of Thin Films (Academic Press, 2002), ISBN: 978-3-642-26486-3</li> <li>• Z. Cao, Thin Film Growth: Physics, Material Science and Applications (Woodhead Publishing, 2011), ISBN: 978-0-857-09329-5</li> <li>• K. Seshan, Handbook of Thin Film Deposition (Elsevier, 2012), ISBN: 978-1-437-77873-1</li> <li>• H. Lüth, Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films (Springer, 2012), ISBN: 978-3-642-26486-3</li> </ul>  |  |  |



**Prüfung**

**Physics of Thin Films**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Physics of Thin Films

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul PHM-0059: Magnetism</b><br><i>Magnetism</i>  |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 1.3.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Dr. Hans-Albrecht Krug von Nidda  |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• History, basics</li> <li>• Magnetic moments, classical and quantum phenomenology</li> <li>• Exchange interaction and mean-field theory</li> <li>• Magnetic anisotropy and magnetoelastic effects</li> <li>• Thermodynamics of magnetic systems and applications</li> <li>• Magnetic domains and domain walls</li> <li>• Magnetization processes and micro magnetic treatment</li> <li>• AC susceptibility and ESR</li> <li>• Spintransport / spintronics</li> <li>• Recent problems of magnetism</li> </ul>  |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic properties and phenomena of magnetic materials and the most important methods and concepts for their description, like mean-field theory, exchange interactions and micro magnetic models,</li> <li>• have the ability to classify different magnetic phenomena and to apply the corresponding models for their interpretation, and</li> <li>• have the competence independently to treat fundamental and typical topics and problems of magnetism.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills.</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)   |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>basics of solid-state physics and quantum mechanics  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |  |  |
| <b>Modulteil: Magnetism</b>   |  |  |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung  |  |  |
| <b>Sprache:</b> Englisch  |  |  |
| <b>SWS:</b> 3   |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description   |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>see module description   |  |  |

**Literatur:**

- D. H. Martin, Magnetism in Solids (London Iliffe Books Ltd., 1967)
- J. B. Goodenough, Magnetism and the Chemical Bond (Wiley, 1963)
- P. A. Cox, Transition Metal Oxides (Oxford University Press, 1993)
- C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, 9th Ed. (Wiley, 2018)
- D. C. Mattis, The Theory of Magnetism I+II (Springer, 1981 + 1985)
- G. L. Squires, Thermal Neutron Scattering (Dover Publications Inc., 1997)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Magnetism** (Vorlesung)

**Modulteil: Magnetism (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Magnetism (Tutorial)** (Übung)

**Prüfung**

**Magnetism**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Magnetism

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul PHM-0060: Low Temperature Physics</b><br><i>Low Temperature Physics</i>   |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 1.2.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Philipp Gegenwart  |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Properties of matter at low temperatures</li> <li>• Cryoliquids and superfluidity</li> <li>• Cryogenic engineering</li> <li>• Thermometry</li> <li>• Quantum transport, criticality and entanglement in matter</li> </ul>   |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic properties of matter at low temperatures and the corresponding experimental techniques,</li> <li>• have acquired the theoretical knowledge to perform low-temperature measurements,</li> <li>• and know how to experimentally investigate current problems in low-temperature physics.</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Physik IV - Solid-state physics   |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |  |  |
| <b>Modulteil: Low Temperature Physics</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 3   |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description  |  |  |

**Inhalte:**

- Introduction (temperature scale, history of low temperature physics)
- Properties of matter at low temperatures (specific heat, thermal expansion, electrical resistance, thermal conductivity)
- Cryoliquids and superfluidity (nitrogen, hydrogen, 4-He and 3-He: phase diagrams, superfluidity)
- Cryogenic engineering (liquefaction of gases, helium cryostats, dilution refrigerator, adiabatic demagnetization, further techniques)
- Thermometry (primary and secondary thermometers at different temperature regimes)
- Quantum Matter (quantum Transport, Quantum phase transitions, Quantum spin liquids)

**Literatur:**

C. Enss, S. Hunklinger, Tieftemperaturphysik (Springer)  
F. Pobell, Matter and Methods at Low Temperatures (Springer)

**Modulteil: Low Temperature Physics (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Prüfung**

**Low Temperature Physics**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Low Temperature Physics

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul PHM-0063: Physik der Atmosphäre I</b><br><i>Physics of the Atmosphere I</i>  |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 1.0.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Bittner   |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Einführung</li> <li>• Strahlung: Planck-Funktion, Strahlungsbilanz der Atmosphäre, Heizraten, Treibhauseffekt, Strahlungsmodelle</li> <li>• Dynamik: Navier-Stokes-, Kontinuitäts- und Adiabatengleichung, atmosphärische Wellen</li> <li>• Chemie: Absorptions- &amp; Emissionsspektren, Heizraten</li> <li>• Darstellung der Prozesse in Modellen</li> </ul>  |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Phänomene der atmosphärischen Prozesse im Bereich Strahlung und Dynamik sowie (eingeschränkt) der Chemie,</li> <li>• haben Fertigkeiten zur Formulierung moderner Fragestellungen der Atmosphärenphysik erworben</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus den Bereichen der Atmosphärenphysik, der Fernerkundung und Modellierung weitgehend selbständig zu beurteilen und Lösungsansätze aufzuzeigen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul> |  |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Im jeweils folgenden Sommersemester wird in der Regel das Vertiefungsmodul Physik der Atmosphäre II angeboten.   |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)   |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Die Vorlesung baut auf den Inhalten der Experimentalphysik-Vorlesungen des Bachelorstudiengangs Physik auf.  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |  |  |
| <b>Modulteil: Physik der Atmosphäre I</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2   |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |  |  |

**Literatur:**

- G. Visconti, 2016. Fundamentals of physics and chemistry of the atmosphere (Springer, 2. Auflage)
- D. G. Andrews, 2010. An introduction to atmospheric physics (Cambridge, 2. Auflage)
- J. T. Houghton, 2002. The physics of atmospheres (Cambridge, 3. Auflage)
- L. D. Landau, E. M. Lifschitz, 2007. Lehrbuch der theoretischen Physik: Hydrodynamik (Harri Deutsch, 5. Auflage)
- H. Pichler, 1997. Dynamik der Atmosphäre (Spektrum, 2. Auflage)
- W. Rödel, 2000. Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre (Springer, 3. Auflage)
- M. Z. Jacobson, 2005. Fundamentals of atmospheric modeling (Cambridge, 2. Auflage)
- W. G. Rees, 2013. Physical principles of remote sensing: 1. Remote sensing (Cambridge, 3. Auflage)

**Modulteil: Übung zu Physik der Atmosphäre I**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Physik der Atmosphäre I**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul PHM-0065: Physik der Atmosphäre II</b><br><i>Physics of the Atmosphere II</i>   |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 2.0.0 (seit SoSe16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Michael Bittner<br>PD Dr. habil. Sabine Wüst  |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamik der Atmosphäre (Grundlagen, Wellen)</li> <li>• Chemie der Stratosphäre (Ozonabbau)</li> <li>• Atmosphärenfernerkundung (satellitenbasierte Methoden, bodengestützte Messtechniken)</li> <li>• Numerische Methoden</li> </ul>  |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Prozesse im Bereich der atmosphärischen Dynamik mit Schwerpunkt auf Wellen, im Bereich der stratosphärischen Ozonchemie und sie kennen die grundlegenden messtechnischen Verfahren zur Fernerkundung der Atmosphäre sowie deren numerische Umsetzung</li> <li>• haben Fertigkeiten zur Formulierung moderner Fragestellungen der Atmosphärenphysik erworben</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus dem Bereich der Atmosphärenphysik weitgehend selbständig zu beurteilen und Lösungsansätze aufzuzeigen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul> |  |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Jeweils im Wintersemester wird das Modul Physik der Atmosphäre I angeboten.   |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Das Modul baut auf den Inhalten der Experimentalphysik-Vorlesungen des Bachelorstudiengangs Physik sowie dem Modul "Physik der Atmosphäre I" auf.   |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |  |  |
| <b>Modulteil: Physik der Atmosphäre II</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Michael Bittner<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2   |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung   |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>siehe Modulbeschreibung   |  |  |



**Literatur:**

- G. Visconti, 2016. Fundamentals of physics and chemistry of the atmosphere (Springer, 2. Auflage)
- D. G. Andrews, 2010. An introduction to atmospheric physics (Cambridge, 2. Auflage)
- J. T. Houghton, 2002. The physics of atmospheres (Cambridge, 3. Auflage)
- L. D. Landau, E. M. Lifschitz, 2007. Lehrbuch der theoretischen Physik: Hydrodynamik (Harri Deutsch, 5. Auflage)
- H. Pichler, 1997. Dynamik der Atmosphäre (Spektrum, 2. Auflage)
- W. Rödel, 2000. Physik unserer Umwelt: Die Atmosphäre (Springer, 3. Auflage)
- M. Z. Jacobson, 2005. Fundamentals of atmospheric modeling (Cambridge, 2. Auflage)
- W. G. Rees, 2013. Physical principles of remote sensing: 1. Remote sensing (Cambridge, 3. Auflage)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Physik der Atmosphäre II** (Vorlesung)

Die Vorlesung kann von Studierenden der MNTF und als Nebenfach auch von Studierenden der Geografie besucht werden. Für die Studierenden der MNTF wird diese Vorlesung ergänzt durch die Vorlesung "PdA-II: Numerische Verfahren" bei PD Dr. Sabine Wüst. Diese Veranstaltung findet im Anschluss an PdA-II im gleichen Raum statt. Für die Studierenden der Geografie wird ein freiwilliges Tutorium angeboten bei Frau Helena Müller. Das Tutorium findet im Anschluss an die Vorlesung PdA-II im Raum 1003/B statt. Ausnahme ist der 28.4. An diesem Tag findet die Veranstaltung im Raum 2002/B statt. Was Sie in dieser Vorlesung erwartet: Was würden Sie antworten, stellte man Ihnen die Frage, was denn Wind eigentlich sei? Sie würden vermutlich von bewegten Luftmassen sprechen, vielleicht auch von mikroskopischen Teilchen, die sich gemeinsam in größerer Zahl in eine Richtung bewegen. Sie würden an Ihre alltägliche Erfahrung vom lauen Wind an einem Sommerabend bis hin zu starken Windböen etwa im Kontext eines ... (weiter siehe Digicampus)

**Modulteil: Physik der Atmosphäre II: Numerische Verfahren****Lehrformen:** Vorlesung**Dozenten:** PD Dr. habil. Sabine Wüst**Sprache:** Deutsch**SWS:** 2**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

Ergänzend zum ersten Modulteil werden numerische Methoden behandelt.

**Literatur:**

- M. Jacobson, 2005. Fundamentals of Atmospheric Modeling (Cambridge)
- G. Brasseur, D. Jacob, 2017. Modeling of Atmospheric Chemistry (Cambridge)
- H. Pichler, 1997. Dynamik der Atmosphäre (Spektrum, 2. Auflage)
- J. Houghton, 2015. Global Warming (Cambridge, 5. Auflage)
- G. Visconti, 2016 Fundamentals of physics and chemistry of the atmosphere (Springer)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Physik der Atmosphäre II: Numerische Verfahren** (Vorlesung)**Prüfung****Physik der Atmosphäre II**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul PHM-0066: Superconductivity</b><br><i>Superconductivity</i>  |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 1.0.0 (seit WS11/12)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Philipp Gegenwart   |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introductory Remarks and Literature</li> <li>• History and Main Properties of the Superconducting State, an Overview</li> <li>• Phenomenological Thermodynamics and Electrodynamics of the SC</li> <li>• Ginzburg-Landau Theory</li> <li>• Microscopic Theories</li> <li>• Fundamental Experiments on the Nature of the Superconducting State</li> <li>• Josephson-Effects</li> <li>• High Temperature Superconductors</li> <li>• Application of Superconductivity</li> </ul>  |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• will get an introduction to superconductivity,</li> <li>• by a presentation of experimental results they will learn the fundamental properties of the superconducting state,</li> <li>• are informed about the most important technical applications of superconductivity.</li> <li>• Special attention will be drawn to the basic concepts of the main phenomeno-logical and microscopic theories of the superconducting state, to explain the experimental observations.</li> <li>• For self-studies a comprehensive list of further reading will be supplied.</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)   |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik IV – Solid-state physics</li> <li>• Theoretical physics I-III</li> </ul>  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester not in summer term 2023   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |  |  |
| <b>Modulteil: Superconductivity</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 4  |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description   |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>see module description   |  |  |

**Literatur:**

- W. Buckel, Supraleitung, 5. Auflage (VCH, Weinheim, 1994)
- W. Buckel und R. Kleiner, Supraleitung, 6. Auflage (WILEY-VCH, Weinheim, 2004)
- M. Tinkham, Introduction to Superconductivity, 2nd Edition (McGraw-Hill, Inc., New York, 1996, Reprint by Dover Publications Inc. Miniola , 2004)

**Prüfung**

**Superconductivity**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Superconductivity

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul PHM-0067: Complex Materials: Fundamentals and Applications</b><br><i>Complex materials: Fundamentals and Applications</i>   |  | 8 ECTS/LP                                    |
| Version 1.0.0 (seit SoSe14)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Manfred Albrecht  |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasenbildung, Nukleation, Phasendiagramme</li> <li>• Amorphe Materialien</li> <li>• Ferrimagnete</li> <li>• Ferroelektrika</li> <li>• Multiferroika</li> <li>• Formgedächtnislegierungen</li> <li>• Thermoelektrische Materialien</li> <li>• Niedrigdimensionale Materialsysteme (u.a. Quantenpunkte)</li> <li>• Untersuchungsmethoden</li> </ul>  |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Begriffe und Konzepte der modernen Festkörperphysik,</li> <li>• besitzen ein fundiertes Verständnis grundlegender physikalischer Zusammenhänge in komplexen Materialien und deren Anwendungen,</li> <li>• besitzen Kenntnis von der qualitativen Beobachtung über die quantitative Messung bis hin zur verallgemeinernden mathematischen Beschreibung physikalischer Effekte ausgewählter komplexer Materialsysteme.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit englischsprachiger Fachliteratur</li> <li>• Erlernen von Präsentationstechniken, Teamfähigkeit, Fähigkeit zur Dokumentation experimenteller Ergebnisse, interdisziplinäres Denken und Arbeiten</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Grundlagen der Festkörperphysik   |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 6  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |  |  |
| <b>Modulteil: Complex Materials: Fundamentals and Applications</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>SWS:</b> 4  |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung   |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>siehe Modulbeschreibung   |  |  |

**Literatur:**

wird in der Vorlesung bekannt gegeben

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Complex Materials: Fundamentals and Applications** (Vorlesung)

**Modulteil: Complex Materials: Fundamentals and Applications (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch / Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Complex Materials: Fundamentals and Applications (Tutorial)** (Übung)

**Prüfung**

**Complex Materials: Fundamentals and Applications**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul PHM-0068: Spintronics</b><br><i>Spintronics</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.7.0 (seit SoSe14)<br>Modulverantwortliche/r: PD Dr. German Hammerl   |   |   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic micromagnetic interactions (exchange, anisotropy, DMI, stray fields, external fields) and where they come from</li> <li>• Emergence of spin textures such as domain walls and bubbles/skyrmions</li> <li>• Torques acting on the local magnetization (magnetic field torque, current in-plane spin-transfer torque, spin-Hall effect and spin-orbit torques)</li> <li>• Switching</li> <li>• Motion of spin textures, 1D model and Thiele equation</li> <li>• Magneto-resistance and Hall effects and their utility in electrical readout</li> <li>• Ultrafast effects</li> <li>• Device applications</li> <li>• Experimental techniques in the field of spintronics</li> </ul>   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the fundamental interactions in magnetic materials, the basic spintronic effects, and the related device structures,</li> <li>• have the competence to deal with current problems in the field of spintronics largely autonomously,</li> <li>• are able to choose materials in order to achieve demanding properties in spintronic applications,</li> <li>• are able to design device components to achieve spin polarization,</li> <li>• acquire scientific skills in finding and understanding current literature dealing with spintronic devices and applications, identifying suitable materials and material combinations with respect to their applicability for spintronic devices.</li> </ul> |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Spintronics</b>  |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung   |   |   |
| <b>Sprache:</b> Englisch   |   |   |
| <b>SWS:</b> 3  |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description  |   |   |

**Inhalte:**

see module description

**Literatur:**

- Stöhr, J. and Siegmann, H. C., Magnetism - From Fundamentals to Nanoscale Dynamics, Springer-Verlag (2006), ISBN: 3-540-30282-4
- Malozemoff, A. P. and Slonczewski, J. C., Magnetic Domain Walls in Bubble Materials, Academic Press (1979), ISBN: 0-12-002951-0
- Hubert, A. and Schäfer, R., Magnetic Domains - The Analysis of Magnetic Microstructures, Springer-Verlag (1998), ISBN: 978-3-540-64108-7

**Modulteil: Spintronics (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Prüfung**

**Spintronics**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Spintronics

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul PHM-0069: Applied Magnetic Materials and Methods</b><br><i>Applied Magnetic Materials and Methods</i>   |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 1.1.0 (seit WS14/15)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Manfred Albrecht   |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of magnetism</li> <li>• Ferrimagnets, permanent magnets</li> <li>• Magnetic nanoparticles</li> <li>• Superparamagnetism</li> <li>• Exchange bias effect</li> <li>• Magnetoresistance, sensors</li> <li>• Experimental methods (e.g. Mößbauer Spectroscopy, mu-SR)</li> </ul>   |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students know the basic terms and concepts of magnetism,</li> <li>• get a profound understanding of basic physical relations and their applications,</li> <li>• acquire the ability to describe qualitative observations, interpret quantitative measurements, and develop mathematical descriptions of physical effects of chosen magnetic material systems.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: autonomous working with specialist literature in English, acquisition of presentation techniques, capacity for teamwork, ability to document experimental results, and interdisciplinary thinking and working.</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Basics in solid state physics   |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |  |  |
| <b>Modulteil: Applied Magnetic Materials and Methods</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 3  |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description  |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>see module description  |  |  |
| <b>Literatur:</b><br>Stephan Bundell, Magnetism in Condensed Matter, Oxford University Press, ISBN: 0-19-850591-4 (Pbk)<br>J.M.C. Coey, Magnetism and Magnetic Materials, Cambridge University Press, ISBN: 978-0-521-81614-4 (hardback)   |  |  |



---

**Modulteil: Applied Magnetic Materials and Methods (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Prüfung**

**Applied Magnetic Materials and Methods**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Applied Magnetic Materials and Methods

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul PHM-0071: Nonequilibrium Statistical Physics</b><br><i>Nonequilibrium Statistical Physics</i>  |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.1.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Alexander Weber   |   |   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coarse graining (BKKY, Boltzmann, Navier-Stokes)</li> <li>• Transport theory derived by symmetries &amp; conservation laws</li> <li>• Nonequilibrium steady states</li> <li>• Irreversible Thermodynamics and Onsager linear response</li> <li>• Passive and active systems (Active Ising model, Collective Motion)</li> <li>• Coarsening kinetics in conserved and nonconserved systems</li> <li>• Hydrodynamic Instabilities</li> </ul>  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Students... <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn about the complexity and diversity of nonequilibrium phenomena of systems composed of many particles and degrees of freedom</li> <li>• will understand the differences between physics at thermodynamic equilibrium and out of equilibrium</li> <li>• learn systems maintained out of equilibrium, including active matter systems that are state-of-the-art research</li> <li>• obtain solid expertise in the theoretical techniques required to treat phenomena far from equilibrium, and are able to apply these methods to concrete problems,</li> <li>• and will become competent to acquaint themselves with modern scientific questions.</li> </ul> Integrated acquirement of soft skills: <ul style="list-style-type: none"> <li>• autonomous working with scientific literature in English,</li> <li>• improving written and spoken English during lectures and exercises,</li> <li>• interdisciplinary thinking, and working</li> </ul> |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>It is assumed that the students are familiar with the contents of a four-semester course in theoretical physics, including Thermodynamics and Statistical Physics.   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 6.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Nonequilibrium Statistical Physics (lecture)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 4   |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description   |   |   |

**Inhalte:**

see module description

**Literatur:**

- **Non-Equilibrium Thermodynamics**, S. R. De Groot and P. Mazur, Dover Publications, Dover ed edition, ISBN 486647412
- **From Macrophysics to Microphysics Part 1 und 2**, Roger Balian, Springer, ISBN 3540454780
- **Principles of Condensed Matter Physics**, P. M. Chaikin and T. C. Lubensky, Cambridge, ISBN 521794501
- **A Kinetic View of Statistical Physics**, Pavel L. Krapivsky, Sidney Redner, and Eli Ben-Naim, Cambridge, ISBN 486647412
- **Basic concepts for Simple and Complex Liquids**, Jean-Louis Barrat and Jean-Pierre Hansen, Cambridge, ISBN 521789532
- **Physical Hydrodynamics**, Etienne Guyon, Jean-Pierre Hulin, Luc Petit, Catalin D. Mitescu, Oxford, ISBN 521851033

**Modulteil: Nonequilibrium Statistical Physics (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

see module description

**Prüfung**

**PHM-0071 Nonequilibrium Statistical Physics**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul PHM-0079: Theorie der Phasenübergänge</b><br><i>Theory of Phase Transitions</i>  |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Alexander Weber   |   |   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in kritische Phänomene</li> <li>• Ising-Modell</li> <li>• Mittlere-Feld-Theorie und Landau Theorie</li> <li>• Fluktuationen</li> <li>• Anomale Dimension und Skalenhypothese</li> <li>• Renormierungsgruppe</li> <li>• Epsilon-Entwicklung</li> <li>• Kosterlitz-Thouless-Übergang; oder (alternativ) Quantenphasenübergänge</li> </ul>   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Konzepte zur Erstellung von Mean-Field-Theorien und des Ginzburg-Landau-Funktional und verstehen die Bedeutung des Skalenverhaltens bei Phasenübergängen,</li> <li>• haben die Fertigkeit erworben, Fluktuationskorrekturen zu berechnen und können Renormierungs-Gruppen-Analysen durchführen,</li> <li>• besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul> |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Es wird empfohlen, das Modul Theoretische Festkörperphysik zuerst zu absolvieren.  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Theorie der Phasenübergänge</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 4  |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |   |   |

**Literatur:**

- N. Goldenfeld, Lectures on Phase Transitions and the RG (Addison-Wesley)
- P. M. Chaikin and T. C. Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics (Cambridge University Press)
- J. Cardy, Scaling and Renormalization in Statistical Physics (Cambridge University Press)
- P. Pfeuty and G. Toulouse, Introduction to the RG and to Critical Phenomena (John Wiley & Sons)

**Modulteil: Übung zu Theorie der Phasenübergänge**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theorie der Phasenübergänge**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul PHM-0082: Ungeordnete Systeme</b><br><i>Disordered Systems</i>  |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Heyl  |   |   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Was ist Unordnung und warum ist sie wichtig in realen Systemen?</li> <li>• Perkolation</li> <li>• Klassische Spinsysteme</li> <li>• Zufallsmatrixtheorie</li> <li>• Anderson-Lokalisierung</li> <li>• Numerische Methoden für ungeordnete Systeme</li> </ul>  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung makroskopischer Systeme bei zufällig gebrochener Translationsinvarianz (Unordnung),</li> <li>• haben durch selbständige Arbeit mit Übungsbeispielen die Anwendung dieser Konzepte auf konkrete Problemstellungen der Physik erlernt,</li> <li>• besitzen die Fähigkeit, physikalische Größen (z. B. Zustandsdichte, Leitfähigkeit) für konkrete ungeordnete Systeme zu bestimmen und</li> <li>• die Kompetenz, Fragen der Physik ungeordneter Systeme in Theorie und Praxis qualitativ und quantitativ nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft zu formulieren und zu beantworten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul> |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Inhalte der Vorlesungen Theoretische Physik I - IV des Bachelorstudiengangs Physik  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Ungeordnete Systeme</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 4   |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung   |   |   |

**Inhalte:**

- Einführung: Was ist Unordnung und warum ist sie wichtig in realen Systemen?
- Perkolation
  - Perkolation in einer Dimension
  - Perkolation auf dem Bethe-Gitter
  - Skalentheorie der Perkolation
- Klassische Spinsysteme
  - Verdünnter Ferromagnet
  - Spingläser
  - Replica-Trick und Replicasymmetrie-Brechung
- Zufallsmatrixtheorie
  - Symmetrien
  - Verteilung der Eigenwerte
  - Statistik der Niveauabstoßung
  - Funktionalintegral-Darstellung
- Anderson-Lokalisierung
  - Anderson-Lokalisierung in einer Dimension
  - Skalentheorie in d Dimensionen
  - Verallgemeinerte Zufallsmatrizen
- Numerische Methoden für ungeordnete Systeme
  - Transfer-Matrix-Methode
  - Ein-Parameter-Skalentheorie

**Literatur:**

- J. M. Ziman, Models of disorder (Cambridge)
- M. L. Mehta, Random matrices (Academic Press)
- C. Itzykson, J.-M. Drouffe, Statistical field theory (Cambridge)
- A. Altland, B. Simons, Condensed matter field theory (Cambridge)
- M. Kardar, Statistical Physics of fields (Cambridge)

**Modulteil: Übung zu Ungeordnete Systeme**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Ungeordnete Systeme**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul PHM-0083: Computational Physics and Materials Science</b><br><i>Computational Physics and Materials Science</i>  |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Liviu Chioncel  |   |   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic Numerical Methods</li> <li>• Ordinary and Partial Differential Equations</li> <li>• Density Functional Theory and Molecular Dynamics</li> <li>• Advanced Methods for Many-Particle Systems</li> <li>• Monte Carlo Simulations</li> </ul>   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die numerischen Methoden, die für die Lösung physikalischer und materialwissenschaftlicher Probleme geeignet sind, insbesondere Methoden zur Lösung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen sowie Molekulardynamik und Monte-Carlo-Simulationen,</li> <li>• sind in der Lage, diese Verfahren praktisch umzusetzen,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, theoretisch-numerische Problemstellungen aus den verschiedensten Bereichen der Physik und der Materialwissenschaften unter Anleitung zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul> |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Das Modul setzt die Inhalte des Bachelor-Moduls "Numerische Verfahren" (BaPhy-45-01) sowie elementare Programmierkenntnisse (zum Beispiel Fortran, C/C++, Python, ...) voraus.   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Computational Physics and Materials Science</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 4  |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description   |   |   |



**Inhalte:**

- Basic Numerical Methods
  - Programming languages: Fortran, C++, Perl, Python, compilation and execution
  - Differentiation and integration, interpolations and approximations
  - Zeros and extremes of a single-variable function
  - Matrices in physics: Gauss elimination, LU decomposition, Cholesky factorization, recursive algorithm
- Ordinary and Partial Differential Equations
  - The Euler method, the second and fourth order Runge-Kutta method
  - Simple pendulum, double pendulum, Poincare plots, chaotic regime
  - Boundary value and eigen value problems: elastic waves in a vibrating rod, the shooting method
  - One dimensional Schrödinger equation, Numerov algorithm
- Density Functional Theory and Molecular Dynamics
  - Density Functional Theory for solids: the muffin-tin concept
  - Electronic structure calculations with APW, KKR and LMTO methods
  - Molecular dynamics simulations, the Verlet algorithm
  - Structure and dynamics of real materials, ab-initio molecular dynamics
- Advanced Methods for Many-Particle Systems
  - The second quantization and the Hartree-Fock method
  - Models and many body Hamiltonians and their numerical representation
  - Exact diagonalization, the power method, Lanczos method
  - Lehmann representation, Green functions, dynamic correlations
- Monte Carlo Simulations
  - Random numbers, high dimensional integrals, Importance sampling, Diffusion limited aggregation.
  - Markov chains, Metropolis algorithm, Ising model, Wang-Landau algorithm, simulated annealing, traveling salesman problem
  - Quantum Monte Carlo methods, path integrals and path integral Monte Carlo, QMC on the lattice, Heisenberg model, world-line approach
  - Determinantal QMC, the Hirsch-Fye algorithm, continuous time QMC

**Literatur:**

- Tao Pang, An Introduction to Computational Physics (Cambridge University Press)
- J. M. Thijssen, Computational Physics (Cambridge University Press)
- S. Koonin, D. Meredith, Computational Physics (Addison-Wesley)
- W. H. Press et al., Numerical Recipes (Cambridge University Press) [available on-line at <http://www.nr.com/>]
- D. C. Rapaport, The Art of Molecular Dynamics Simulation (Cambridge University Press)
- R. H. Landau, M. J. Paez, C. Bordeianu, Computational Physics (Wiley-VCH)

**Modulteil: Computational Physics and Materials Science (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Computational Physics and Materials Science**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul PHM-0084: Theorie der kondensierten Materie</b><br><i>Condensed Matter Theory</i>  |  | 8 ECTS/LP                                    |
| Version 1.4.0 (seit SS10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Heyl  |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Landau-Fermiflüssigkeitstheorie</li> <li>• Transport-Theorie: Die Boltzmann-Gleichung</li> <li>• Theorie des Magnetismus</li> <li>• Theorie der Supraleitung</li> <li>• Zusätzlich werden spezielle Themen behandelt, wie zum Beispiel: Quanten-Hall-Effekt, Topologische Isolatoren, Ungeordnete Systeme, Phasenübergänge</li> </ul>  |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen und Methoden der quantentheoretischen Beschreibung der kondensierten Materie,</li> <li>• sind in der Lage, physikalische Fragestellungen der Physik der kondensierten Materie theoretisch zu formulieren und durch Anwendung geeigneter Näherungsmethoden zu untersuchen,</li> <li>• besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Teilgebieten selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)   |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Die Vorlesung baut insbesondere auf den Inhalten der Bachelormodule Theoretische Physik II + III, Physik IV sowie des Mastermoduls Theoretische Festkörperphysik auf.  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 6   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |  |  |
| <b>Modulteil: Theorie der kondensierten Materie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 4   |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |  |  |

**Literatur:**

- N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid State Physics (Rinehart and Winston)
- P. M. Chaikin and T. C. Lubensky, Principles of Condensed Matter Physics (Cambridge University Press)
- G. Giuliani and G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid (Cambridge University Press)
- H. Bruus and K. Flensberg, Many-Body Quantum Theory in Condensed Matter Physics: An Introduction (Oxford Graduate Texts)
- G. D. Mahan, Many-Particle Physics (Springer)
- P. Phillips, Advanced Solid State Physics (Cambridge University Press)
- P. Fazekas, Lecture Notes on Electron Correlation and Magnetism (World Scientific)
- M. Z. Hasan and C. L. Kane, Colloquium: Topological insulators, Rev. Mod. Phys. **82**, 3046 (2010)
- P. G. de Gennes, Superconductivity of Metals and Alloys (Addison-Wesley)
- M. Tinkham, Introduction to Superconductivity (Dover)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Theorie der kondensierten Materie** (Vorlesung)

**Modulteil: Übung zu Theorie der kondensierten Materie**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Theorie der kondensierten Materie** (Übung)

**Prüfung**

**Theorie der kondensierten Materie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul PHM-0085: Theoretische Biophysik</b><br><i>Theoretical Biophysics</i>   |   | 8 ECTS/LP  |
| Version 2.1.0 (seit WS16/17 bis SoSe21)<br>Modulverantwortliche/r: PD Dr. Igor Goychuk   |   |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cell structure and organization. Molecules of life, structure-function relations. Importance of dynamics, spatial and time scales</li> <li>• Molecular forces in biological structures. Entropic forces and importance of electrostatics. Energy scales. Molecular dynamics and visualization</li> <li>• Global transitions in proteins. Two-state thermodynamical model and Arrhenius kinetics, importance of both entropy and enthalpy changes</li> <li>• Biochemical reactions: macroscopic enzyme kinetics and stochastic effects in real cells</li> <li>• Gene-protein circuits (genetic regulation), genetic switches and oscillators</li> <li>• Transmembrane transport: ion channels, pumps, and transporters</li> <li>• Excitable membranes: Hodgkin-Huxley model and bottom-up approach</li> <li>• Molecular motors as macromolecular Brownian machines and biochemical cycle kinetics</li> </ul> |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen Grundbegriffe, Konzepte, Phänomenologie und Theorie zur Erforschung von Struktur, Dynamik und Kinetik der biologisch relevanten molekularen Systeme, sowie die wichtigsten biophysikalischen Modelle,</li> <li>• sind in der Lage, freie Software für biophysikalische Simulationen einzusetzen,</li> <li>• sind kompetent, theoretische Modelle selbst vorzuschlagen und zu untersuchen.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul>   |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>In der Regel wird dieses Modul in zwei Teilen angeboten (jeweils 2 V + 1 Ü).  |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Mechanik, Elektrodynamik, Statistische Physik   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>2 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Theoretische Biophysik (Teil 1)</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester<br><b>SWS:</b> 2  |   |  |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung   |   |  |

|   |
|---|
| <p><b>Inhalte:</b><br/>siehe Modulbeschreibung</p>  |
| <p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Nelson, Biological Physics: Energy, Information, Life (Freeman, New York, 2004)</li> <li>• P. Nelson, Physical Models of Living Systems (Freeman, New York, 2015)</li> <li>• M. B. Jackson, Molecular and Cellular Biophysics (Cambridge University Press, 2006)</li> <li>• J. Keener and J. Sneyd, Mathematical Physiology (Springer, New York, 2001)</li> <li>• T. L. Hill, Free Energy Transduction and Biochemical Cycle Kinetics (Dover Publications, 2004)</li> <li>• R. Nossal and H. Lecar, Molecular and Cell Biophysics (Addison-Wesley, Redwood City, 1991)</li> <li>• T. D. Pollard, W. C. Earnshaw, and J. Lippincott-Schwartz, Cell Biology, second edition (Spektrum Verlag, 2007)</li> </ul> |
| <p><b>Modulteil: Übung zu Theoretische Biophysik (Teil 1)</b><br/> <b>Lehrformen:</b> Übung<br/> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester<br/> <b>SWS:</b> 1</p>   |
| <p><b>Lernziele:</b><br/>siehe Modulbeschreibung</p>  |
| <p><b>Modulteil: Theoretische Biophysik (Teil 2)</b><br/> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br/> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester<br/> <b>SWS:</b> 2</p>  |
| <p><b>Lernziele:</b><br/>siehe Modulbeschreibung</p>  |
| <p><b>Inhalte:</b><br/>siehe Modulbeschreibung</p>  |
| <p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Nelson, Biological Physics: Energy, Information, Life (Freeman, New York, 2004)</li> <li>• P. Nelson, Physical Models of Living Systems (Freeman, New York, 2015)</li> <li>• M. B. Jackson, Molecular and Cellular Biophysics (Cambridge University Press, 2006)</li> <li>• J. Keener and J. Sneyd, Mathematical Physiology (Springer, New York, 2001)</li> <li>• T. L. Hill, Free Energy Transduction and Biochemical Cycle Kinetics (Dover Publications, 2004)</li> <li>• R. Nossal and H. Lecar, Molecular and Cell Biophysics (Addison-Wesley, Redwood City, 1991)</li> <li>• T. D. Pollard, W. C. Earnshaw, and J. Lippincott-Schwartz, Cell Biology, second edition (Spektrum Verlag, 2007)</li> </ul> |
| <p><b>Modulteil: Übung zu Theoretische Biophysik (Teil 2)</b><br/> <b>Lehrformen:</b> Übung<br/> <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br/> <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester<br/> <b>SWS:</b> 1</p>   |
| <p><b>Lernziele:</b><br/>siehe Modulbeschreibung</p>  |
| <p><b>Prüfung</b><br/> <b>Theoretische Biophysik</b><br/> Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p>   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul PHM-0086: Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme</b><br><i>Dynamics of Nonlinear and Chaotic Systems</i>   |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS12/13)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christoph Alexander Weber  |   |   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bifurcations</li> <li>• Strange attractors and fractal dimensions</li> <li>• Chaos in Hamiltonian Systems</li> <li>• Intermittence, Control of Chaos</li> <li>• Dynamic chaos in biological systems</li> <li>• Chaos in quantum chaos</li> </ul>  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students know the basic physical and mathematical properties of chaotic systems</li> <li>• Students understand the difference to linear systems and know the conditions when chaos emerges in non-linear systems</li> <li>• Students can ask research questions on non-linear systems</li> <li>• Students can develop simple non-linear models for biological or quantum systems</li> <li>• Students can read and understand scientific literature</li> </ul> |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Theoretical Physics I (Mechanics / Non-linear Dynamics)   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch / Deutsch<br><b>SWS:</b> 4   |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>see module description  |   |   |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Strogatz Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering (Westview Press; 2nd edition, 2014)</li> <li>• E. Ott, Chaos in Dynamical Systems (Cambridge University Press, 2nd ed., 2009)</li> <li>• Scholarpedia, section "Dynamical Systems" (<a href="http://www.scholarpedia.org">http://www.scholarpedia.org</a>)</li> </ul>   |   |   |

---

**Modulteil: Übung zu Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Dynamik nichtlinearer und chaotischer Systeme**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul PHM-0087: Basics of Quantum Computing</b><br><i>Basics of Quantum Computing</i>   |   | 8 ECTS/LP  |
| Version 2.0.0 (seit SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Markus Heyl   |   |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qubits and their realizations</li> <li>• Quantum gates and quantum circuits</li> <li>• DiVincenzo criteria</li> <li>• Quantum algorithms</li> <li>• Digital quantum simulation</li> </ul>   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students acquire basic understanding of the principles of quantum computers and their applications.</li> <li>• They have the skills to construct and simulate concrete quantum circuits and algorithms.</li> <li>• They have the competence to identify and translate suitable problems into quantum circuits as well as to follow the modern developments in quantum computing.</li> <li>• Integrated acquisition of key qualifications: Abstraction skills through the translation of physics problems onto quantum computing language, familiarization with English professional language</li> </ul> |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Good knowledge of quantum mechanics   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im SoSe)  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Basics of Quantum Computing</b>  |   |  |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung   |   |  |
| <b>Sprache:</b> Englisch   |   |  |
| <b>SWS:</b> 4  |   |  |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>see module description  |   |  |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D. DiVincenzo, Quantum Computation, Science <b>270</b>, 255-261 (1995)</li> <li>• M. Nielsen and I. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge University Press, 2000)</li> <li>• J. Stolze and D. Suter, Quantum Computing (Wiley-VCH, 2004)</li> </ul>  |   |  |



---

**Modulteil: Basics of Quantum Computing (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2

**Prüfung**

**Basics of Quantum Computing**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Modul PHM-0117: Surfaces and Interfaces</b><br><i>Surfaces and Interfaces</i>   | 6 ECTS/LP |
| Version 1.0.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Manfred Albrecht   |           |
| <b>Inhalte:</b><br>Introduction <ul style="list-style-type: none"> <li>• The importance of surfaces and interfaces</li> </ul> Some basic facts from solid state physics <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crystal lattice and reciprocal lattice</li> <li>• Electronic structure of solids</li> <li>• Lattice dynamics</li> </ul> Physics at surfaces and interfaces <ul style="list-style-type: none"> <li>• Structure of ideal and real surfaces</li> <li>• Relaxation and reconstruction</li> <li>• Transport (diffusion, electronic) on interfaces</li> <li>• Thermodynamics of interfaces</li> <li>• Electronic structure of surfaces</li> <li>• Chemical reactions on solid state surfaces (catalysis)</li> <li>• Interface dominated materials (nano scale materials)</li> </ul> Methods to study chemical composition and electronic structure, application examples <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scanning electron microscopy</li> <li>• Scanning tunneling and scanning force microscopy</li> <li>• Auger – electron – spectroscopy</li> <li>• Photo electron spectroscopy</li> </ul> |           |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• have knowledge of the structure, the electronical properties, the thermodynamics, and the chemical reactions on surfaces and interfaces,</li> <li>• acquire the skill to solve problems of fundamental research and applied sciences in the field of surface and interface physics,</li> <li>• have the competence to solve certain problems autonomously based on the thought physical basics.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills.</li> </ul>   |           |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |           |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>recommended prerequisites:<br>- basic knowledge from chemistry lectures<br>- basic knowledge in solid state physics and materials science (crystallography, electronic structure, thermodynamics of solids), covered e.g. by the modules<br>"Physics IV - Solid State Physics" or "Materials Science I+II"  |           |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>                      | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4                                | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |

**Modulteile****Modulteil: Surfaces and Interfaces****Lehrformen:** Vorlesung**Sprache:** Englisch**Angebotshäufigkeit:** jährlich**SWS:** 3**Lernziele:**

see module description

**Inhalte:**

see module description

**Literatur:**

- Ertl, Küppers: Low Energy Electrons and Surface Chemistry (VCH)
- Lüth: Surfaces and Interfaces of Solids (Springer)
- Zangwill: Physics at Surfaces (Cambridge)
- Feldmann, Mayer: Fundamentals of Surface and thin Film Analysis (North Holland)
- Henzler, Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers (Teubner)
- Briggs, Seah: Practical Surface Analysis I und II (Wiley)

**Modulteil: Surfaces and Interfaces (Tutorial)****Lehrformen:** Übung**Sprache:** Englisch**Angebotshäufigkeit:** jährlich**SWS:** 1**Prüfung****Surfaces and Interfaces**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Surfaces and Interfaces

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul PHM-0187: Mathematik und Physik der Raum-Zeit</b><br><i>Mathematics and Physics of Space-Time</i>  |   | 8 ECTS/LP   |
| Version 1.3.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold<br>Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen  |   |   |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>In diesem interdisziplinären Modul werden die mathematischen und physikalischen Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie von jeweils einem Dozenten der Mathematik und der Physik gemeinsam unterrichtet. Somit schlägt das Modul eine Brücke von der Differentialgeometrie bis hin zur Beobachtung gravitativer Effekte auf kosmischen Skalen.</p> <p>Folgende Themenbereiche werden unter anderem angesprochen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinatensysteme</li> <li>• Symmetrien und Kovarianz</li> <li>• Äquivalenzprinzip</li> <li>• Vektorfelder, Differentialformen und Tensoren</li> <li>• Parallelverschiebung</li> <li>• Krümmung und Torsion</li> <li>• Geodäten</li> <li>• Konsequenzen der gekrümmten Geometrie im Sonnensystem</li> <li>• Einsteinsche Feldgleichung und Energie-Impuls Tensor</li> <li>• Einstein-Cartan-Geometrie</li> <li>• Schwarzschildlösung und weitere exakte Lösungen</li> <li>• Gravitationswellen</li> </ul> |   |   |
| <p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die mathematischen Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie und verstehen deren physikalische Relevanz.</li> <li>• Sie kennen die physikalischen Konzepte der Allgemeine Relativitätstheorie sowie wichtige experimentelle Tests der Theorie.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, typische Problemstellungen der Allgemeinen Relativitätstheorie selbständig zu bearbeiten.</li> </ul> <p>Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die Arbeit in Kleingruppen entwickeln die Studierenden ihre Teamfähigkeit.</li> <li>• Sie sind in der Lage, in einem interdisziplinären Kontext zielgruppenorientiert zu argumentieren und eine fachfremde Argumentation einzuordnen und zu verstehen.</li> </ul>  |   |   |
| <p><b>Arbeitsaufwand:</b></p> <p>Gesamt: 240 Std.</p> <p>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)</p> <p>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)</p> <p>30 Std. Übung (Präsenzstudium)</p>  |   |   |
| <p><b>Voraussetzungen:</b></p> <p>Kenntnisse der Theoretischen Physik und Mathematik, wie sie üblicherweise in einem Bachelorstudiengang Physik oder einem Bachelorstudiengang Mathematik mit Nebenfach Physik erworben werden</p>  |   | <p><b>ECTS/LP-Bedingungen:</b></p> <p>Bestehen der Modulprüfung</p> |
| <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br/>(i. d. R. im WS)</p>   | <p><b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br/>ab dem 1.</p> | <p><b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br/>1 Semester</p>             |

|                  |   |  |
|------------------|---|--|
| <b>SWS:</b><br>6 | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
|------------------|---|--|

**Modulteile****Modulteil: Geometrie und Gravitation****Lehrformen:** Vorlesung**Sprache:** Deutsch / Englisch**SWS:** 4**Lernziele:**

- Die Studierenden kennen die mathematischen Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie und verstehen deren physikalische Relevanz.
- Sie kennen die physikalischen Konzepte der Allgemeine Relativitätstheorie sowie wichtige experimentelle Tests der Theorie.

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- R. W. Sharpe, *Differential Geometry* (Springer-Verlag, 2000)
- R. P. Feynman, *Feynman Lectures on Gravitation* (Westview Press, 2002)
- J. Foster, J. D. Nightingale, *A short course in general relativity* (Springer-Verlag, 2010)
- S. M. Carroll, *Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity* (Cummings, 2003)
- Ch. W. Misner, K. S. Thorne, J. A. Wheeler, *Gravitation* (Princeton University Press, 2017)

**Modulteil: Übung zu Geometrie und Gravitation****Lehrformen:** Übung**Sprache:** Deutsch / Englisch**SWS:** 2**Lernziele:**

- Die Studierenden sind in der Lage, typische Problemstellungen der Allgemeinen Relativitätstheorie selbständig zu bearbeiten.

Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen:

- Durch die Arbeit in Kleingruppen entwickeln die Studierenden ihre Teamfähigkeit.
- Sie sind in der Lage, in einem interdisziplinären Kontext zielgruppenorientiert zu argumentieren und eine fachfremde Argumentation einzuordnen und zu verstehen.

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

siehe zugehörige Vorlesung

**Prüfung****Geometrie und Gravitation**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

in diesem Semester

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul PHM-0193: Plasma-Material-Wechselwirkung</b><br><i>Plasma Material Interaction</i>   |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 2.3.0 (seit WS17/18)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursel Fantz   |   |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fundamentals of plasma material interactions (winter term)</li> <li>High heat load components in nuclear fusion devices (summer term)</li> </ul>   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Knowledge: The students know the fundamental plasma material interaction processes and their implication for nuclear fusion research in light of the technological boundary conditions and challenges.</li> <li>Skills: The students are proficient in a differentiated analysis of complex systems, based on learning from examples of power exhaust in fusion devices.</li> <li>Competencies: The students are competent in elaborating current topics of plasma material interaction.</li> <li>Integrated achievement of key qualifications: Acquirement of interdisciplinary knowledge, independent work with English literature, abstraction and approximation of complex processes using numerical models, application-oriented thinking and ability to contemplate about experimental results.</li> </ul> |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>The two lectures of this module can be followed in an arbitrary order. Thus, the module can be started at a summer or winter term.   |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>recommended: module "Plasmaphysik und Fusionsforschung"  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>general examination for entire module |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>2 Semester                      |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Fundamentals of plasma material interactions</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester<br><b>SWS:</b> 2  |   |  |
| <b>Lernziele:</b><br>see description of module  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Fundamental plasma boundary physics, erosion processes: physical sputtering, chemical erosion, radiation induced sublimation, arcs, experimental observation of surface processes in plasmas, methods for characterizing surfaces, coating techniques, hydrogen retention, surface modification by plasmas.  |   |  |

|  |
|--|
| <p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Stangeby: The plasma boundary of magnetic fusion devices (IOP, 2000)</li> <li>• R. Clark, D. Reiter (Eds.): Nuclear Fusion Research, Understanding Plasma-Surface Interactions (Springer, 2005)</li> <li>• O. Auciello, D. L. Flamm (Eds.): Plasma Diagnostics, Volume 2: Surface Analysis and Interactions (Plasma-Materials Interactions) (Academic Press, 1989)</li> <li>• M. Turnyanskiy et al.: European roadmap to the realization of fusion energy: Mission for solution on heat-exhaust systems (Fusion Engineering and Design, 2015)</li> </ul>  |
| <p><b>Modulteil: High heat load components in nuclear fusion devices</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester</p> <p><b>SWS:</b> 2</p>   |
| <p><b>Lernziele:</b></p> <p>see description of module</p>  |
| <p><b>Inhalte:</b></p> <p>Interdependency of material choices and fusion performance, material choices and technologies for power exhaust in a fusion power plant, migration of materials in a fusion plasma, diagnostics for plasma material interaction in fusion devices (in situ and post mortem), numerical methods for studying plasma material interaction.</p>   |
| <p><b>Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Stangeby: The plasma boundary of magnetic fusion devices (IOP, 2000)</li> <li>• R. Clark, D. Reiter (Eds.): Nuclear Fusion Research, Understanding Plasma-Surface Interactions (Springer, 2005)</li> <li>• M. Turnyanskiy et al.: European roadmap to the realization of fusion energy: Mission for solution on heat-exhaust systems, Fusion Engineering and Design (2015)</li> <li>• V. A. Evtikhin et al.: Lithium divertor concept and results of supporting experiments, Plasma Phys. Control. Fusion 44, 955 (2002)</li> <li>• T. Hirai et al.: ITER tungsten divertor design development and qualification program, Fusion Eng. Des. 88, 1798 (2013)</li> <li>• A. R. Raffray et al.: High heat flux components - Readiness to proceed from near term fusion systems to power plants, Fusion Eng. Des. 85, 93 (2010)</li> </ul> |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>High heat load components in nuclear fusion devices</b> (Vorlesung)</p>   |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Plasma Material Interaction</b></p> <p>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten</p> <p><b>Prüfungshäufigkeit:</b></p> <p>jedes Semester</p>   |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul PHM-0219: Moderne Optik</b><br><i>Modern Optics</i>   |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Brütting  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Klassische Optik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlenoptik</li> <li>• Wellenoptik</li> <li>• Lichtausbreitung in Materie</li> </ul> Quantenoptik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohärenz und Interferenz</li> <li>• Photonenstatistik</li> <li>• Laser</li> </ul>  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen der klassischen Optik und die Konzepte der Quantenoptik,</li> <li>• sind in der Lage, optische Komponenten für wissenschaftliche Fragestellungen zu analysieren und</li> <li>• sind kompetent im praktischen Einsatz derartiger Systeme.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Umgang mit englischsprachiger Spezialliteratur.</li> </ul> |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes inkl. Prüfungsvorbereitung (Selbststudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Allgemeine Optikkenntnisse aus der Grundvorlesung   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Moderne Optik</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Wolfgang Brütting, Prof. Dr. Hubert J. Krenner<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 4<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |   |  |
| <b>Lernziele:</b><br>s. Modulbeschreibung  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>s. Modulbeschreibung  |   |  |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B.E.A. Saleh, M.C. Teich: Fundamentals of Photonics (Wiley)</li> <li>• M. Fox: Quantum Optics (Oxford)</li> </ul>   |   |  |



**Prüfung**

**Moderne Optik**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 45 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul PHM-0225: Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists</b><br><i>Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists</i>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.2.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Andreas Hörner  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. Basics in electronic and electrical engineering</li> <li>2. Quadrupole theory</li> <li>3. Electronic Networks</li> <li>4. Semiconductor Devices</li> <li>5. Implementation of transistors</li> <li>6. Operational amplifiers</li> <li>7. Optoelectronic Devices</li> <li>8. Measurement Devices</li> </ol>   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic terms, concepts and phenomena of electronic and electrical engineering for the use in the Lab,</li> <li>• have skills in easy circuit design, measuring and control technology, analog electronics,</li> <li>• have expertise in independent working on circuit problems. They can calculate and develop easy circuits.</li> </ul> |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>                      | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Andreas Hörner<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 4<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0   |   |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Analog Electronics Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists</b><br>Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten<br><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br>nur im WiSe<br><b>Prüfungsvorleistungen:</b><br>Analog Electronics for Physicists and Materials Scientists   |   |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul PHM-0226: Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists</b><br><i>Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists</i>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.3.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Andreas Hörner  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. Boolean algebra and logic gates</li> <li>2. Digital electronics and calculation of digital circuits</li> <li>3. Converters (Analog – Digital, Digital – Analog)</li> <li>4. Principle of digital memory and communication,</li> <li>5. Microprocessors and Networks</li> </ol>   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic terms, concepts and phenomena of electronic and electrical engineering for the use in the Lab,</li> <li>• have skills in easy circuit design, measuring and control technology and digital electronics,</li> <li>• have expertise in independent working on circuit problems. They develop easy digital circuits and program microprocessors</li> </ul>  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>                      | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung + Übung<br><b>Dozenten:</b> Andreas Hörner<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 4<br><b>ECTS/LP:</b> 6.0  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists</b> (Vorlesung + Übung)<br>The lecture "Digital Electronics" is a Digital-Lecture (not only the topics). That means all the slides of the lecture will be presented together with an audio comment in digital form. Additionally there will be 3 oder 4 times a (optional) meeting in presence, to answer questions, show some experiments and talk about additional problems if you like. The slides and audio comments are presented in a browser based html-format, which means you need to download a zip-file, unzip it in a folder and you can open it with your browser. In the browser you can navigate through the files and you can listen to the audio-comments which are there in form of mp3-files (stop, pause, repeat, ... is possible). AND: Whenever you have questions you can reach me in the forum of digicampus or via e-mail and I try to help you. |   |   |

**Prüfung**

**Digital Electronics Digital Electronics for Physicists and Materials Scientists**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

nur im SoSe

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul PHM-0046: Theoretische Festkörperphysik</b><br><i>Theoretical Solid State Physics</i>  |  | 8 ECTS/LP                                    |
| Version 2.1.0 (seit WS16/17)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Liviu Chioncel  |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristallstruktur, reziprokes Gitter</li> <li>• Nichtwechselwirkende Elektronen im periodischen Potential: Bloch-Theorem, Störungstheorie, stark gebundene Elektronen</li> <li>• Semiklassische Dynamik von Blochelektronen: Zener-Durchbruch, Semiklassik im konstanten Magnetfeld, Drude-Theorie, Diffusion</li> <li>• Gitterdynamik: Born-Oppenheimer-Näherung, Phononen, Debye- und Einstein-Modell</li> <li>• Elektron-Elektron-Wechselwirkung: Hartree-Fock-Näherung, Dichtefunktionaltheorie, Abschirmung</li> <li>• Formalismus der zweiten Quantisierung</li> </ul>  |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen und Methoden der quantentheoretischen Beschreibung von Festkörpern und ihren Eigenschaften im Rahmen nicht wechselwirkender Vielteilchensysteme bzw. effektiver Einteilchentheorien,</li> <li>• sind in der Lage, physikalische Fragestellungen der Festkörperphysik theoretisch zu formulieren und durch Anwendung geeigneter Näherungsmethoden zu untersuchen,</li> <li>• haben die Fähigkeit, Problemstellungen in den genannten Teilgebieten selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)   |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Das Modul baut insbesondere auf den Inhalten der Bachelor-Vorlesungen Theoretische Physik II + III und Physik IV auf.  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 6   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |  |  |
| <b>Modulteil: Theoretische Festkörperphysik</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 4   |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |  |  |

**Literatur:**

- N. W. Ashcroft and N. D. Mermin, Solid State Physics (Rinehart and Winston)
- J. Callaway, Quantum Theory of the Solid State (Academic)
- P. Coleman, Introduction to Many Body Physics (Cambridge)
- P. Fulde, Electron Correlations in Molecules and Solids (Springer)
- G. Giuliani and G. Vignale, Quantum Theory of the Electron Liquid (Cambridge)
- C. Kittel, Quantum Theory of Solids (Wiley)
- P. L. Taylor and O. Heinonen, A Quantum Approach to Condensed Matter Physics (Cambridge)
- J. M. Ziman, Prinzipien der Festkörpertheorie (Harri Deutsch)

**Modulteil: Übung zu Theoretische Festkörperphysik**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theoretische Festkörperphysik**

Klausur / Prüfungsdauer: 150 Minuten

**Beschreibung:**

Ausnahme WS 20/21: Prüfungsform mündliche Prüfung

siehe Anlage 1a der Corona-Satzung

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Modul PHM-0044: Experimentelle Festkörperphysik</b><br><i>Experimental Solid State Physics</i>   |  | 8 ECTS/LP                                    |
| Version 1.0.1 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. István Kézsmárki  |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristallstrukturen und Symmetrieeigenschaften</li> <li>• Strukturanalyse: Röntgen-/Neutronendiffraktion/Tunnel-,Kraftmikroskopie</li> <li>• Elektronischen Struktur von Kristallen: Freies Elektronengas, Energiebänder, Dynamik von Kristallelektronen</li> <li>• Dielektrische Eigenschaften von Kristallen: Polarisation, dielektrischer Tensor, Ferroelektrizität</li> <li>• Optische Anregungen: optische Phononen, Kristallfeldanregungen, Exzitonen, Bandübergänge</li> <li>• Magnetische Eigenschaften von Festkörpern</li> <li>• Supraleitung</li> </ul>  |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen Konzepte, Phänomenologie und experimentelle Methoden zur Erforschung von Struktur und Dynamik kondensierter Materie.</li> <li>• Die Studierenden haben Fertigkeiten, komplexe Experimente selbständig durchzuführen; sie sind vertraut mit allgemeinen Auswertemethoden und können selbständig Messdaten bewerten und analysieren.</li> <li>• Die Studierenden besitzen die Kompetenz, übergreifende Problemstellungen im Bereich der experimentellen Festkörperphysik selbständig zu bearbeiten. Dies umfasst insbesondere die kritische Wertung der Messergebnisse und detaillierte Interpretationen experimenteller Ergebnisse durch aktuelle Theorien.</li> <li>• Die Studierenden erwerben analytisch-methodische Kompetenzen des wissenschaftlichen und logischen Denkens und der Literaturrecherche mit englischer Fachliteratur.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis.</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)   |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Das Modul baut auf den Inhalten der Bachelor-Vorlesungen Physik I - III, Theoretische Physik I - IV und insbesondere auf Physik IV auf.  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 6   | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <b>Modulteil: Experimentelle Festkörperphysik</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 4 |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |

**Inhalte:**

- Dielektrische Funktion des Elektronengases
  - Dispersionsrelation elektromagnetischer Wellen
  - Plasmaschwingungen
  - Polaritonen
  - Polaronen und Exzitonen
- Dielektrische Festkörper
  - Dielektrische Konstante
  - Polarisierbarkeit, Innere Felder
- Polare Ordnung
  - Ferroelektrizität
  - Anti-Ferroelektrizität
- Optische Spektroskopie
  - FIR und Raman Streuung
  - Elektronenspektroskopie
- Magnetismus von Festkörpern
  - Grundbegriffe und Einleitung
  - Magnetische Momente im Festkörper
  - Diamagnetismus
  - Paramagnetismus
  - Magnetische Wechselwirkung
  - Ferro- und Antiferromagnetismus
  - Magnetische Domänen
- Magnetische Resonanz
  - Blochgleichung
  - NMR und ESR
- Supraleitung
  - Grundbegriffe und Phänomenologie
  - Meißner-Effekt, Eindringtiefe, Kohärenzlänge
  - Thermodynamik
  - Grundlagen der BCS-Theorie
  - Hochtemperatur- und unkonventionelle Supraleiter

**Literatur:**

- R. Gross, A. Marx, Festkörperphysik (De Gruyter)
- N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Festkörperphysik (Oldenbourg)
- Ch. Kittel, Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg)
- D. Craik, Magnetism: Principles and Applications
- N. Spaldin, Magnetic Materials
- W. A. Harrison, Electronic Structure and the Properties of Solids
- W. Buckel, Supraleitung

**Modulteil: Übung zu Experimentelle Festkörperphysik**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung



**Prüfung**

**Experimentelle Festkörperphysik**

Klausur / Prüfungsdauer: 120 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul PHM-0070: Vielteilchentheorie</b><br><i>Many-Body Theory</i>  |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fabian Pauly   |   |   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenmechanik für Vielteilchensysteme (2. Quantisierung)</li> <li>• Zweizeitige Green-Funktionen</li> <li>• Lineare Resonsetheorie (verallgemeinerte Suszeptibilitäten)</li> <li>• Vielteilchensysteme ohne dynamische Korrelationen</li> <li>• Das Wicksche Theorem</li> <li>• Näherung des effektiven Feldes</li> <li>• BCS-Theorie der Supraleitung</li> <li>• Diagrammatische Störungsrechnung</li> <li>• Statistische Physik des Nichtgleichgewichts</li> <li>• Fermionische und bosonische Modellsysteme</li> </ul> |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte zur Beschreibung von quantenmechanischen Vielteilchensystemen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, approximative Methoden der Vielteilchenphysik zur Berechnung von spektroskopischen Meßgrößen und Transportkoeffizienten anzuwenden und</li> <li>• sind kompetent, Problemstellungen aus den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen</li> </ul>  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Kenntnisse der Theoretischen Festkörperphysik   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Vielteilchentheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 4   |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>siehe Modulbeschreibung   |   |   |

**Literatur:**

- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik, Band 7, "Vielteilchentheorie" (Verlag Zimmermann Neufang)
- A. Messiah, "Quantum Mechanics", Band 2
- R.D. Mattuck, "A Guide to Feynman Diagrams in the Many Body Problem" (Dover Publications)
- A.L. Fetter, I.D. Walecka, "Quantum Theory of Many-Particle Systems" (McGraw Hill)
- A.A. Abrikosov, L.P. Gorkov, I. Dzyaloshinsky, "Methods of Quantum Field Theory" (Dover Publications)
- S. Doniach, E.H. Sondheimer, Frontiers in Physics Lecture Note Series 44, "Green
- G.D. Mahan, "Many-Particle Physics" (Plenum Press)
- I.W. Negele, H. Orland, "Quantum Many-Particle Physics", Frontiers in Physics Lecture Note Series 68 (Addison Wesley).

**Modulteil: Übung zu Vielteilchentheorie**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Vielteilchentheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul PHM-0073: Relativistische Quantenfeldtheorie</b><br><i>Relativistic Quantum Field Theory</i>  |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.6.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold   |   |   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erinnerung an die kovariante Formulierung der speziellen Relativitätstheorie und an die klassische Feldtheorie</li> <li>• Freies Klein-Gordon-Feld</li> <li>• Freies Dirac-Feld</li> <li>• Freies elektromagnetisches Feld</li> <li>• Quantenelektrodynamik</li> <li>• Elektroschwache Wechselwirkung</li> </ul>  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen der Theorie der Elementarteilchen, insbesondere die relativistische feldtheoretische Beschreibung von Fermionen und Bosonen, die Beschreibung von Wechselwirkungen am Beispiel der Quantenelektrodynamik sowie gruppentheoretische Grundlagen,</li> <li>• können Zusammenhänge zwischen einer relativistischen Quantenfeldtheorie und der quantenfeldtheoretischen Beschreibung von Festkörpern herstellen</li> <li>• und sind in der Lage, das erworbene Wissen auf die Analyse konkreter Problemstellungen anzuwenden.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen. Dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.</li> </ul> |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Stoff eines viersemestrigen Kurses in Theoretischer Physik  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig<br>(i. d. R. im WS)  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Relativistische Quantenfeldtheorie</b>   |   |   |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 4  |   |   |
| <b>Lernziele:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen der Theorie der Elementarteilchen, insbesondere die relativistische feldtheoretische Beschreibung von Fermionen und Bosonen, die Beschreibung von Wechselwirkungen am Beispiel der Quantenelektrodynamik sowie gruppentheoretische Grundlagen.</li> <li>• Sie können Zusammenhänge zwischen einer relativistischen Quantenfeldtheorie und der quantenfeldtheoretischen Beschreibung von Festkörpern herstellen.</li> </ul>  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>siehe Modulbeschreibung   |   |   |

**Literatur:**

- F.Mandl, G. Shaw, *Quantum Field Theory* (Wiley, 2010)
- M. E. Peskin, D. V. Schroeder, *An Introduction to Quantum Field Theory* (CRC Press, 1995)
- M. Kaku, *Quantum field theory* (Oxford University Press, 1993)
- W. Greiner u. a., *Theoretische Physik, Bände 7, 7A, 8* (Europa-Lehrmittel, 1994)

**Modulteil: Übung zu Relativistische Quantenfeldtheorie**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

- Die Studierenden sind in der Lage, das erworbene Wissen auf die Analyse konkreter Problemstellungen anzuwenden.
- Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen. Dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

siehe zugehörige Vorlesung

**Prüfung**

**Relativistische Quantenfeldtheorie**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul PHM-0075: Allgemeine Relativitätstheorie</b><br><i>General Relativity</i>   |  | 8 ECTS/LP                                    |
| Version 1.3.0 (seit WS09/10 bis SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold  |  |  |
| <b>Inhalte:</b>  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Äquivalenzprinzip</li> <li>• Bewegung in gekrümmten Räumen (metrischer Tensor, ko- und kontravariante Vektoren, Tensoren, freies Teilchen in gekrümmten Koordinaten)</li> <li>• Schwarzschildmetrik (Bewegung im Gravitationsfeld, nichtrelativistische Näherung)</li> <li>• Konsequenzen der gekrümmten Geometrie im Sonnensystem (Spektralverschiebung, Periheldrehung, Lichtablenkung, Radarechoverzögerung)</li> <li>• Paralleltransport und kovariante Ableitung</li> <li>• Geodätische Präzession</li> <li>• Riemannscher Krümmungstensor und Ricci-Tensor (geodätische Abweichung, Paralleltransport und Krümmung)</li> <li>• Energie-Impuls-Tensor</li> <li>• Einsteinsche Feldgleichung</li> <li>• Schwarzschildlösung in verschiedenen Koordinaten</li> <li>• Gravitationswellen</li> </ul> |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b>  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden theoretischen Prinzipien der Allgemeinen Relativitätstheorie sowie einige experimentelle Tests der Theorie,</li> <li>• verstehen die physikalische Relevanz der formalen Methoden der Differentialgeometrie</li> <li>• und sind in der Lage, typische Problemstellungen der Allgemeinen Relativitätstheorie selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen. Dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.</li> </ul>   |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b>   |  |  |
| Gesamt: 240 Std.   |  |  |
| 90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)   |  |  |
| 90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)   |  |  |
| 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)   |  |  |
| 30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b>  |  |  |
| Kenntnisse der Theoretischen Physik und Mathematik, wie sie üblicherweise in einem Bachelorstudiengang Physik oder einem Bachelorstudiengang Mathematik mit Nebenfach Physik erworben werden   |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 6  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Moduleile</b>   |  |  |
| <b>Modulteil: Allgemeine Relativitätstheorie</b>   |  |  |
| <b>Lehrformen:</b> Vorlesung   |  |  |
| <b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch   |  |  |
| <b>SWS:</b> 4  |  |  |

|   |
|---|
| <b>Lernziele:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden theoretischen Prinzipien der Allgemeinen Relativitätstheorie sowie einige experimentelle Tests der Theorie.</li><li>• Sie verstehen die physikalische Relevanz der formalen Methoden der Differentialgeometrie.</li></ul>   |
| <b>Inhalte:</b> <p>siehe Modulbeschreibung</p>  |
| <b>Literatur:</b> <p>J. Foster, J. D. Nightingale, <i>A short course in general relativity</i> (Springer, 2006)</p>   |
| <b>Modulteil: Übung zu Allgemeine Relativitätstheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 2  |
| <b>Lernziele:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden sind in der Lage, typische Problemstellungen der Allgemeinen Relativitätstheorie selbständig zu bearbeiten.</li><li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Die Studierenden lernen in Kleingruppen, Problemstellungen präzise zu definieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und deren Tauglichkeit abzuschätzen. Dabei wird die soziale Kompetenz zur Zusammenarbeit im Team weiterentwickelt.</li></ul> |
| <b>Inhalte:</b> <p>siehe Modulbeschreibung</p>  |
| <b>Literatur:</b> <p>siehe zugehörige Vorlesung</p>   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Allgemeine Relativitätstheorie</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul PHM-0077: Theorie des Magnetismus</b><br><i>Theory of Magnetism</i>  |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.2.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Arno Kampf  |   |   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetismus und elektronische Wechselwirkung</li> <li>• Spinaustausch</li> <li>• Para- und Diamagnetismus</li> <li>• Quantenhalleffekt</li> <li>• Ising-Modell</li> <li>• Heisenberg-Modell</li> <li>• Hubbard-Modell</li> <li>• Kondo-Problem</li> </ul>  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Mechanismen, die im Festkörper zum Magnetismus führen,</li> <li>• kennen die magnetischen Quantenmodelle und die Standard-Lösungsverfahren,</li> <li>• können den Zusammenhang zwischen Magnetismus und elektronischen Korrelationen herstellen</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul> |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Es wird empfohlen, das Modul Theoretische Festkörperphysik zuerst zu absolvieren.  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Theorie des Magnetismus</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 4  |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |   |   |



**Literatur:**

- P. Fazekas, Electron Correlation and Magnetism (World Scientific)
- W. Nolting, Quantentheorie des Magnetismus (Teubner)
- K. Yosida, Theory of Magnetism (Springer)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Theorie des Magnetismus** (Vorlesung)

**Modulteil: Übung zu Theorie des Magnetismus**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Übung zu Theorie des Magnetismus** (Übung)

There is no need to register separately for the Exercises. It suffice to register for the Lecture, see <https://digicampus.uni-augsburg.de/dispatch.php/course/management?cid=4c311f3e3055f9bc6e63f606d8d4cde0>

**Prüfung**

**Theorie des Magnetismus**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul PHM-0080: Theorie der Supraleitung</b><br><i>Theory of Superconductivity</i>  |   | 8 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Fabian Pauly   |   |   |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie, wichtige Experimente</li> <li>• Bardeen-Cooper-Schrieffer-Theorie</li> <li>• Elektrodynamik von Supraleitern</li> <li>• Ginzburg-Landau-Theorie</li> <li>• Josephson-Effekt</li> <li>• Fluktuationen des Ordnungsparameters</li> <li>• Gorkov-Gleichungen, Nambu-Formalismus</li> <li>• Schmutzige Supraleiter</li> </ul>   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Phänomene supraleitender Materialien sowie die wichtigsten theoretischen Methoden und Konzepte zu ihrer Beschreibung, wie die BCS-Theorie und die Methode der Greenschen Funktionen,</li> <li>• haben Fertigkeiten zur Formulierung und Bearbeitung von modernen Fragestellungen der Vielteilchenphysik, insbesondere im Rahmen der Mean-Field-Näherung, erworben,</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, aktuelle Problemstellungen aus der Theorie der Supraleitung weitgehend selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit englischsprachiger Fachliteratur, Erfassen komplexer Zusammenhänge und deren modellhafte Darstellung mit Hilfe mathematischer Strukturen, Methodenkompetenz</li> </ul> |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 240 Std.<br>90 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>30 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>90 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Es wird empfohlen, das Modul Theoretische Festkörperphysik zuerst zu absolvieren. Außerdem sind Kenntnisse aus der Vielteilchentheorie wünschenswert.   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> unregelmäßig  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>6   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Theorie der Supraleitung</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> alle 4 Semester<br><b>SWS:</b> 4  |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung   |   |   |

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Literatur:**

- N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics (Holt, Rinehart and Winston)
- M. Tinkham, Introduction to Superconductivity (McGraw-Hill)
- A. A. Abrikosov, Fundamentals of the Theory of Metals (Academic)
- E. M. Lifschitz, L. P. Pitaevskii, Statistical Physics Part 2 (Pergamon)
- P. G. de Gennes, Superconductivity in Metals and Alloys (Westview)
- R. D. Parks (editor), Superconductivity, Vol. 1 & 2 (Marcel Dekker)

**Modulteil: Übung zu Theorie der Supraleitung**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** alle 4 Semester

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Theorie der Supraleitung**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul PHM-0048: Physics and Technology of Semiconductor Devices</b><br><i>Physics and Technology of Semiconductor Devices</i>   |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 1.0.0 (seit SoSe23 bis SoSe23)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr. Helmut Karl   |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>1. Basic properties of semiconductors (electronic bandstructure, doping, carrier excitations and carrier transport)<br>2. Semiconductor diodes and transistors<br>3. Semiconductor technology   |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic knowledge of solid-state and semiconductor physics such as electronic bandstructure, doping, carrier excitations, and carrier transport.</li> <li>• Application of developed concepts (effective mass, quasi-Fermi levels) to describe the basic properties of semiconductors.</li> <li>• Application of these concepts to describe and understand the operation principles of semiconductor devices such as diodes and transistors</li> <li>• Knowledge of the technologically relevant methods and tools in semiconductor micro- and nanofabrication.</li> <li>• Integrated acquisition of soft skills: autonomous working with specialist literature in English, acquisition of presentation techniques, capacity for teamwork, ability to document experimental results, and interdisciplinary thinking and working.</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>recommended prerequisites: basic knowledge in solid state physics, statistical physics and quantum mechanics.   |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |  |  |
| <b>Modulteil: Physics and Technology of Semiconductor Devices</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 3   |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description  |  |  |
| <b>Inhalte:</b><br>see module description  |  |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Physics and Technology of Semiconductor Devices</b> (Vorlesung)  |  |  |

**Literatur:**

Additional reading:

- Yu und Cardona: Fundamentals of Semiconductors (Springer)
- Sze: Physics of Semiconductor Devices (Wiley)
- Sze: Semiconductor Devices (Wiley)
- Singh: Electronic and Optoelectronic Properties of Semiconductor Structures (Cambridge University Press)

**Modulteil: Physics and Technology of Semiconductor Devices (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Inhalte:**

see module description

**Prüfung**

**Physics and Technology of Semiconductor Devices**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Physics and Technology of Semiconductor Devices

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Physics and Technology of Semiconductor Devices (Tutorial) (Übung)**

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Modul PHM-0052: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons</b><br><i>Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons</i>   |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.2.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christine Kuntscher  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. Electromagnetic radiation: description, generation, detection [5]</li> <li>2. Spectral analysis of electromagnetic radiation: monochromators, spectrometer, interferometer [2]</li> <li>3. Excitations in the solid state: Dielectric function [2]</li> <li>4. Infrared spectroscopy</li> <li>5. Ellipsometry</li> <li>6. Photoemission spectroscopy</li> <li>7. X-ray absorption spectroscopy</li> <li>8. Neutrons: Sources, detectors</li> <li>9. Neutron scattering</li> </ol>                           |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basics of spectroscopy and important instrumentation and methods,</li> <li>• have acquired the skills of formulating a mathematical-physical ansatz in spectroscopy and can apply these in the field of solid state spectroscopy,</li> <li>• have the competence to deal with current problems in solid state spectroscopy autonomously, and are able to judge proper measurement methods for application.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills.</li> </ul> |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)  |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>basic knowledge in solid-state physics  |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>  |   |   |
| <b>Modulteil: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 3  |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>see module description  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>see module description  |   |   |

**Literatur:**

- H. Kuzmany, Solid State Spectroscopy; Springer (2009)
- N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics; Holt, Rinehart and Winston (1976)
- J. M. Hollas, Modern Spectroscopy; Wiley-VCH (2003)

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons** (Vorlesung)

**Modulteil: Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons (Tutorial)** (Übung)

**Prüfung**

**Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Solid State Spectroscopy with Synchrotron Radiation and Neutrons

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul PHM-0133: Physik der Gläser</b><br><i>Physics of Glass</i>  |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 1.0.0 (seit SoSe15)<br>Modulverantwortliche/r: PD Dr. Peter Lunkenheimer   |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung: Geschichte, Anwendungen, Glasübergang</li> <li>• Strukturelle Aspekte: Kriterien für Glasbildung, Charakterisierung der Glasstruktur, Strukturmodelle</li> <li>• Dynamische Aspekte: Kristallisation, Rheologie und Viskosität, Spezifische Wärme, Tieftemperaturanomalien</li> <li>• Relaxationsphänomene: Spektroskopische Methoden, alpha-Prozess, Nicht-Gleichgewichtseffekte, Dynamik jenseits der alpha-Relaxation</li> <li>• Ladungstransport: Hüpfleitung, Ionenleitung, neue Elektrolytmaterialien für die Batterietechnologie der Zukunft</li> <li>• Materialwissenschaftliche Aspekte: Klassifikation technischer Gläser, Glasherstellung und Verarbeitung</li> <li>• Nicht-strukturelle Gläser: Plastische Kristalle, Orientierungsgläser</li> <li>• Modelle zum Glasübergang: Modenkopplungstheorie, Adam-Gibbs-Theorie, Freies-Volumen-Theorie</li> </ul>   |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Phänomenologie des Glasübergangs und des Glaszustandes, insbesondere die strukturellen Eigenschaften und das dynamische Verhalten. Zudem haben sie Kenntnisse von technischen Gläsern, insbesondere von deren Klassifikation, Herstellung und Anwendung, von experimentellen Methoden zur Untersuchung von Gläsern und von den wichtigsten Modellen zum Glasübergang.</li> <li>• Die Studierenden haben Fertigkeiten zur Auswertung von experimentellen Ergebnissen an Gläsern und glasbildenden Materialien und zur Klassifikation von Gläsern.</li> <li>• Die Studierenden besitzen die Kompetenz, physikalische und materialwissenschaftliche Fragestellungen im Gebiet der Gläser und glasbildenden Materialien selbständig zu behandeln. Dies umfasst insbesondere die kritische Wertung experimenteller Ergebnisse und deren Interpretation im Rahmen aktueller Modelle.</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse in Festkörperphysik   |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 5.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |

|   |
|---|
| <b>Modulteile</b>   |
| <b>Modulteil: Physik der Gläser</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 3 |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |
| <b>Inhalte:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |



**Literatur:**

1. H. Scholze, Glas: Natur, Struktur und Eigenschaften (Springer, Berlin, 1988).
2. S.R. Elliott, Physics of Amorphous Materials (Longman, London, 1990).
3. R. Zallen, The Physics of Amorphous Solids (Wiley-VCH, Weinheim, 1998).
4. J. Zarzycki (ed.), Material Science and Technology, Vol. 9: Glasses and Amorphous Materials (VCH, Weinheim, 1991).
5. J. Zarzycki, Glasses and the Vitreous State (Cambridge University Press, Cambridge, 1991).
6. A. Schaeffer, R Langfeld: Werkstoff Glas (Springer, Berlin, 2014).

**Modulteil: Übung zu Physik der Gläser**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 1

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

siehe Modulbeschreibung

**Prüfung**

**Physik der Gläser**

Referat / Prüfungsdauer: 45 Minuten

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul PHM-0058: Organic Semiconductors</b><br><i>Organic Semiconductors</i>  |   | 6 ECTS/LP                                       |
| Version 1.6.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Wolfgang Brütting   |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Basic concepts and applications of organic semiconductors<br>Introduction <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materials and preparation</li> <li>• Structural properties</li> <li>• Electronic structure</li> <li>• Optical and electrical properties</li> </ul> Devices and Applications <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organic metals</li> <li>• Light-emitting diodes</li> <li>• Solar cells</li> <li>• Field-effect transistors</li> </ul>  |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students: <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the basic structural and electronic properties of organic semiconductors as well as the essential function of organic semiconductor devices,</li> <li>• have acquired skills for the classification of the materials taking into account their specific features in the functioning of components,</li> <li>• and have the competence to comprehend and attend to current problems in the field of organic electronics.</li> <li>• Integrated acquirement of soft skills: practicing technical English, working with English specialist literature, ability to interpret experimental results</li> </ul> |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>40 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>It is strongly recommended to complete the module solid-state physics first. In addition, knowledge of molecular physics is desired.   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b><br>Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>5  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Organic Semiconductors</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Dozenten:</b> Prof. Dr. Wolfgang Brütting<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 3   |   |   |

|   |
|---|
| <b>Lernziele:</b><br>see module description   |
| <b>Inhalte:</b><br>see module description   |
| <b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• M. Schwoerer, H. Ch. Wolf: Organic Molecular Solids (Wiley-VCH)</li><li>• W. Brütting: Physics of Organic Semiconductors (Wiley-VCH)</li><li>• A. Köhler, H. Bässler: Electronic Processes in Organic Semiconductors (Wiley-VCH)</li><li>• S.R. Forrest: Organic Electronics (Oxford Univ. Press)</li></ul> |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Organic Semiconductors</b> (Vorlesung)  |
| <b>Modulteil: Organic Semiconductors (Tutorial)</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 2  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Organic Semiconductors (Tutorial)</b> (Übung)   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Organic Semiconductors</b><br>Klausur / Prüfungsdauer: 60 Minuten<br><b>Prüfungsvorleistungen:</b><br>Organic Semiconductors   |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul PHM-0051: Biophysics and Biomaterials</b><br><i>Biophysics and Biomaterials</i>   |  | 6 ECTS/LP                                    |
| Version 1.1.0 (seit SoSe22)<br>Modulverantwortliche/r: Dr. Stefan Thalhammer<br>Westerhausen, Christoph, Dr.   |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transcription and translation</li> <li>• Membranes</li> <li>• DNA and proteins</li> <li>• Enabling technologies</li> <li>• Microfluidics</li> <li>• Radiation Biophysics</li> </ul>   |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>The students know: <ul style="list-style-type: none"> <li>· basic terms, concepts and phenomena of biological physics</li> <li>· models of the (bio)polymer-theory, microfluidics, radiation biophysics, nanobiotechnology, sequencing strategies, membranes and proteins</li> </ul> The students obtain skills <ul style="list-style-type: none"> <li>· for independent processing of problems and dealing with current literature.</li> <li>· to translate a biological observation into a physical question.</li> </ul> The students improve the key competences: <ul style="list-style-type: none"> <li>· self-dependent working with English specialist literature.</li> <li>· processing and interpretation of experimental data.</li> <li>· interdisciplinary thinking and working.</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>60 Std. Vorlesung und Übung (Präsenzstudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>80 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes Übung/Fallstudien (Selbststudium)<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)  |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Mechanics, Thermodynamics, Statistical Physics  |  |  |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Sommersemester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 1 Semester |
| <b>SWS:</b> 4  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Biophysics and Biomaterials</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Englisch<br><b>SWS:</b> 3 |
| <b>Lernziele:</b><br>See module description.   |

**Inhalte:**

See module description.

**Literatur:**

- T. Herrmann, Klinische Strahlenbiologie – kurz und bündig, Elsevier Verlag, ISBN-13: 978-3-437-23960-1
- J. Freyschmidt, Handbuch diagnostische Radiologie – Strahlenphysik, Strahlenbiologie, Strahlenschutz, Springer Verlag, ISBN: 3-540-41419-3
- S. Haeberle, R. Zengerle, Microfluidic platforms for lab-on-a-chip applications, Lab-on-a-chip, 2007, 7, 1094-1110
- J. Berthier, Microdrops and digital microfluidics, William Andrew Verlag, ISBN:978-0-8155-1544-9
- Sackmann, Erich, and Rudolf Merkel. Lehrbuch der Biophysik. Wiley-VCH, 2010.
- Heimburg, Thomas. Thermal Biophysics of Membranes. Wiley-VCH, 2007
- Nelson, Philip. Biological physics. New York: WH Freeman, 2004.
- Boal, D. Mechanics of the Cell. Cambridge University Press, 2012
- Lecture notes

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Biophysics and Biomaterials** (Vorlesung)

**Modulteil: Biophysics and Biomaterials (Tutorial)**

**Lehrformen:** Übung

**Sprache:** Englisch

**SWS:** 1

**Inhalte:**

See module description.

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Biophysics and Biomaterials (Tutorial)** (Übung)

**Prüfung**

**Biophysics and Biomaterials**

Klausur / Prüfungsdauer: 90 Minuten

**Prüfungsvorleistungen:**

Biophysics and Biomaterials

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Modul PHM-0061: Plasmaphysik und Fusionsforschung</b><br><i>Plasma Physics and Fusion Research</i>  |  | 6 ECTS/LP  |
| Version 1.3.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: apl. Prof. Dr.-Ing. Ursel Fantz<br>Dr. Stefan Briefi   |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasmaphysik (Wintersemester)</li> <li>• Fusionsforschung (Sommersemester)</li> </ul>   |  |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Methoden und Konzepte der Plasmaphysik und sind mit einfachen, grundlegenden Anwendungen vertraut,</li> <li>• kennen den aktuellen Stand der Fusionsforschung</li> <li>• und besitzen die Kompetenz, Problemstellungen in den genannten Bereichen selbständig zu bearbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Erlernen des eigenständigen Arbeitens mit Lehrbüchern und englischsprachiger Fachliteratur, Training des logischen Denkens, Verknüpfung experimenteller Ergebnisse mit theoretischer Beschreibung, Aneignung einer interdisziplinären Denkweise.</li> </ul> |  |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.<br>20 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)<br>100 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes anhand bereitgestellter Unterlagen (Selbststudium)<br>60 Std. Vorlesung (Präsenzstudium)   |  |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Physik III  |  | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich Beginn jedes WS  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b> ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b> 2 Semester             |
| <b>SWS:</b> 4  | <b>Wiederholbarkeit:</b> siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |  |  |
| <b>Modulteil: Plasmaphysik</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Wintersemester<br><b>SWS:</b> 2   |  |  |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung   |  |  |
| <b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen</li> <li>• Plasmacharakteristika</li> <li>• Thermodynamisches Gleichgewicht</li> <li>• Stoßprozesse</li> <li>• Teilchenbewegung im Magnetfeld</li> <li>• Vielteilchenbeschreibung</li> <li>• Wellen im Plasma</li> </ul>   |  |  |

**Literatur:**

- Vorlesungsskript (EPP Homepage)
- M. Kaufmann: Plasmaphysik und Fusionsforschung (Teubner, 2003)
- R. J. Goldston, P. H. Rutherford: Introduction to Plasma Physics (IOP Publishing, 1997)
- F. F. Chen: Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion (Plenum Press, 1990)
- U. Schumacher: Fusionsforschung (wiss. Buchgesellschaft, 1993)
- M. Kikuchi, K. Lackner, M. Q. Tran: Fusion Physics (IAEA, 2012)
- M. A. Lieberman, A. J. Lichtenberg: Principles of Plasma Discharges and Materials Processing (Wiley, 2005)
- G. Janzen: Plasmatechnik (Hüthig, 1992)
- R. Hippler: Low Temperature Plasmas (Wiley-VCH, 2008)
- J. R. Roth: Industrial Plasma Engineering (IOP Publishing, 1995)
- A. Grill: Cold Plasma in Materials Fabrication (IEEE Press, 1994)

**Modulteil: Fusionsforschung**

**Lehrformen:** Vorlesung

**Sprache:** Deutsch / Englisch

**Angebotshäufigkeit:** jedes Sommersemester

**SWS:** 2

**Lernziele:**

siehe Modulbeschreibung

**Inhalte:**

- Kernfusion
- Fusion durch Trägheitseinschluss
- Fusion mit magnetischem Einschluss
- Transport in magnetisierten Plasmen
- Diagnostik von Fusionsplasmen

**Literatur:**

siehe Modulteil "Plasmaphysik"

**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:**

**Fusionsforschung** (Vorlesung)

**Prüfung**

**Plasmaphysik und Fusionsforschung**

Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 30 Minuten

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Modul PHM-0102: Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie</b><br><i>Seminar on Modern Topics in Quantum Theory</i>   |   | 4 ECTS/LP                                       |
| Version 1.0.0 (seit WS09/10)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>In diesem Seminar werden modernere Entwicklungen der Quantentheorie diskutiert, die über den Stoff einer Vorlesung im Bachelorstudiengang hinausgehen. Die Vortragsthemen stammen zum Beispiel aus den Bereichen Nichtlokalität, Verschränkung mit Anwendungen in der Quanteninformation, Dekohärenz und Quantendissipation sowie quantenmechanischer Messprozess.   |   |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen moderne Entwicklungen in der Quantentheorie und haben sich mit aktuellen Forschungsthemen auseinandergesetzt.</li> <li>• Sie besitzen die Fertigkeit, sich anhand von Originalliteratur und durch eigene bibliographische Recherchen selbständig in ein aktuelles Forschungsthema einzuarbeiten.</li> <li>• Sie sind in der Lage, aktuelle Forschungsergebnisse für eine interessante und verständliche Präsentation aufzubereiten, und können adäquat zwischen verschiedenen Präsentationstechniken auswählen.</li> <li>• Sie können Forschungsergebnisse in der Diskussion vertreten, aber auch kritisch bewerten. Als Zuhörer nehmen sie aktiv an der Diskussion teil.</li> </ul> |   |   |
| <b>Bemerkung:</b><br>Die genaue Auswahl der Vortragsthemen richtet sich nach den Wünschen der Studierenden, wobei auch zum Thema passende, aktuelle Entwicklungen berücksichtigt werden.  |   |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 120 Std.<br>30 Std. Seminar (Präsenzstudium)<br>90 Std. Vorbereitung von Präsentationen (Selbststudium)   |   |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>gute Kenntnisse der Quantentheorie   |   |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 2.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>2  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |   |
| <b>Modulteile</b>   |   |   |
| <b>Modulteil: Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2   |   |   |
| <b>Lernziele:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |   |   |
| <b>Inhalte:</b><br>siehe Modulbeschreibung  |   |   |
| <b>Literatur:</b><br>Die Vortragsthemen werden überwiegend anhand von Originalliteratur erarbeitet, die je nach Themenwahl bekannt gegeben wird.  |   |   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie</b> (Seminar)   |   |   |



**Prüfung**

**Seminar über Moderne Aspekte der Quantentheorie**

Seminar / Prüfungsdauer: 60 Minuten, unbenotet

**Prüfungshäufigkeit:**

wenn LV angeboten

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul PHM-0192: Erweiterungsmodul Physik</b><br><i>Extension Module Physics</i>   |   | 2 ECTS/LP  |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>nach Absprache mit dem jeweiligen Prüfer/der jeweiligen Prüferin  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in einem Teilgebiet der Physik,</li> <li>• sind in der Lage, mit den entsprechenden - insbesondere mathematischen - Methoden umzugehen,</li> <li>• und besitzen grundsätzlich die Kompetenz, sich in ein neues Teilgebiet der Physik einzuarbeiten.</li> <li>• Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: eigenständiges Arbeiten mit deutsch- oder englischsprachiger Literatur</li> </ul> |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>In individueller Absprache mit dem gewählten Prüfer/der gewählten Prüferin erarbeiten sich die Studierenden im Eigenstudium Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen in einem Teilgebiet der Physik.  |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 60 Std.<br>60 Std. Vor- und Nachbereitung des Stoffes durch Literatur (Selbststudium)  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Gute Kenntnisse in demjenigen Gebiet der Physik, in dem eine Erweiterung bzw. Vertiefung angestrebt wird.   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jährlich  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 1.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>2   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |

|  |
|--|
| <b>Prüfung</b><br><b>Erweiterungsmodul Physik</b><br>Mündliche Prüfung / Prüfungsdauer: 20 Minuten |
|--|

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul GEO-2026: Aufbaumodul 1 - Humangeographie</b><br><i>Advanced Module 1 - Human Geography</i>   |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 3.0.0 (seit WS22/23)<br>Modulverantwortliche/r: MSc. Niklas Völkening  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Thematische und ggf. regionale Vertiefung eines humangeographischen Themengebietes, z.B. Globaler Wandel, Mensch und Umwelt im Anthropozän, Environmental Geography, Erneuerbare Energien, Naturressourcenmanagement, Ländlicher Raum, Geography of Foods, Geographische Entwicklungsforschung.   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden können vertieftes Wissen zu einem speziellen Thema der Humangeographie erklären und den aktuellen Stand der Forschung darlegen. Die Studierenden können die wichtigsten Prinzipien, Theorien und Methoden zum jeweiligen Thema analysieren, einschätzen und kritisch beurteilen. Zudem können die Studierenden Thesen zu ausgewählten Themen aufstellen und Lösungswege vorschlagen. Die Studierenden können eine fachwissenschaftliche Diskussion organisieren und moderieren sowie eine eigene Argumentation entwickeln und verteidigen. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Bestandene Grundlagenveranstaltungen Humangeographie 1, Humangeographie 2, Physische Geographie 1 und Physische Geographie 2 (Nachweis durch Vorlage des StudIS Auszugs).   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b>                      | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Spezialvorlesung Humangeographie GEO-2026</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 3.0  |   |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Spezialvorlesung Geographie des ländlichen Raumes</b> (Vorlesung)<br><b>Spezialvorlesung Klimaresilienz von Kulturökosystemen</b> (Vorlesung)<br><b>Spezialvorlesung: Environment and Society in the American West</b> (Vorlesung)   |   |  |
| <b>Modulteil: Begleitseminar zur Spezialvorlesung Humangeographie GEO-2026</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 3.0   |   |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Begleitseminar 1 Geographie des ländlichen Raums</b> (Seminar)<br><b>Begleitseminar 1: Environment and Society in the American West</b> (Seminar)<br><b>Begleitseminar 2 Geographie des ländlichen Raums</b> (Seminar)<br><b>Begleitseminar 2: Environment and Society in the American West</b> (Seminar)<br><b>Begleitseminar Klimaresilienz von Kulturökosystemen</b> (Seminar)  |   |  |

**Prüfung**

**Aufbaumodul 1 - Humangeographie**

Vorlesung + Begleitseminar, mündl. Prüfung (15 Min.) oder Klausur oder Portfolioprüfung

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul GEO-3082: Aufbaumodul 2 - Humangeographie</b><br><i>Advanced Module 2 - Human Geography</i>   |   | 6 ECTS/LP  |
| Version 3.0.0 (seit WS22/23)<br>Modulverantwortliche/r: MSc. Niklas Völkening  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Thematische und ggf. regionale Vertiefung eines humangeographischen Themengebietes, z.B. Globaler Wandel, Mensch und Umwelt im Anthropozän, Environmental Geography, Erneuerbare Energien, Naturressourcenmanagement, Ländlicher Raum, Geography of Foods, Geographische Entwicklungsforschung.   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden können vertieftes Wissen zu einem speziellen Thema der Humangeographie erklären und den aktuellen Stand der Forschung darlegen. Die Studierenden können die wichtigsten Prinzipien, Theorien und Methoden zum jeweiligen Thema analysieren, einschätzen und kritisch beurteilen. Zudem können die Studierenden Thesen zu ausgewählten Themen aufstellen und Lösungswege vorschlagen. Die Studierenden können eine fachwissenschaftliche Diskussion organisieren und moderieren sowie eine eigene Argumentation entwickeln und verteidigen. |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 180 Std.   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>Bestandene Grundlagenveranstaltungen Humangeographie 1, Humangeographie 2, Physische Geographie 1 und Physische Geographie 2 (Nachweis durch Vorlage des StudIS Auszugs).   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester  | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>5. - 8.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |

|  |
|--|
| <b>Modulteile</b>  |
| <b>Modulteil: Spezialvorlesung Humangeographie GEO-3082</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 3.0  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Spezialvorlesung Geographie des ländlichen Raumes</b> (Vorlesung)<br><b>Spezialvorlesung Klimaresilienz von Kulturökosystemen</b> (Vorlesung)<br><b>Spezialvorlesung: Environment and Society in the American West</b> (Vorlesung) |
| <b>Modulteil: Begleitseminar zur Spezialvorlesung Humangeographie GEO-3082</b><br><b>Lehrformen:</b> Seminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 3.0   |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Begleitseminar 1 Geographie des ländlichen Raums</b> (Seminar)<br><b>Begleitseminar 1: Environment and Society in the American West</b> (Seminar)<br><b>Begleitseminar 2 Geographie des ländlichen Raums</b> (Seminar)             |

**Begleitseminar 2: Environment and Society in the American West** (Seminar)

**Begleitseminar Klimaresilienz von Kulturökosystemen** (Seminar)

**Prüfung**

**Aufbaumodul 2 - Humangeographie**

Vorlesung + Begleitseminar, mündl. Prüfung (15 Min.) oder Klausur oder Portfolioprüfung

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul GEO-2025: Arbeitsmethoden</b><br><i>Practical Methods</i>  |   | 12 ECTS/LP   |
| Version 1.1.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Dr. Cecile Remy   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Das Übungsangebot umfasst u.a. empirische Erhebungen, qualitative Methoden der Humangeographie, rechnergestützte Datenanalyse und Modellierung, Messmethoden, Geländepraktika, Laboranalysen, Anwendungen der Fernerkundung, Simulationen sowie Geodatenanalyse und -visualisierung mit Geographischen Informationssystemen.   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Dieses Modul ermöglicht den Studierenden die Aneignung grundlegender geographischer Arbeitsmethoden. Die Studierenden sind nach dem Besuch dieses Moduls in der Lage eine spezifische Arbeitsmethode der Geographie (je nach gewählter Veranstaltung) zu beschreiben, diese Methode selbständig im richtigen Kontext einzusetzen und deren Ergebnisse auszuwerten sowie ihren Einsatz zu klassifizieren. Der Fokus liegt hier auf dem Erlernen und Üben der spezifischen Methode(n). |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 360 Std.  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>ab dem 3.         | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>2 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>6  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Moduleile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Übung Kartographie II</b><br><b>Lehrformen:</b> Vorlesung, Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 4.0   |   |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Vorlesung / Übung Geoinformationssysteme &amp; Kartographie II (Gruppe 1)</b> (Vorlesung + Übung)<br><b>Vorlesung / Übung Geoinformationssysteme &amp; Kartographie II (Gruppe 2)</b> (Vorlesung + Übung)<br><b>Vorlesung / Übung Geoinformationssysteme &amp; Kartographie II (Gruppe 3)</b> (Vorlesung + Übung)   |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>Kartographie II</b><br>praktische Prüfung  |   |  |
| <b>Moduleile</b>  |   |  |
| <b>Modulteil: Praktische Arbeitsmethoden</b><br><b>Lehrformen:</b> Übung<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2<br><b>ECTS/LP:</b> 4.0   |   |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Biogeographische Geländeübung</b> (Übung)   |   |  |

|   |
|---|
| <p><b>Geographische Datenanalyse und -visualisierung mit R (Übung)</b></p> <p><b>Globale Wasserspeicher im Klimawandel (Übung)</b></p> <p><b>Immobilienmarkt- und Immobilienwertermittlung (Übung)</b></p> <p><b>Innenstadt- und Einzelhandelsentwicklung in Augsburg (Übung)</b></p> <p><b>Klimaresilienz von Kulturökosystemen in der Praxis (Übung)</b></p> <p><b>Paläobotanische Geländeübung (Übung)</b></p> <p><b>Physisch-geographisches Geländepraktikum (Übung)</b></p> <p>Das Geländepraktikum für Anfänger führt uns in den Raum Dinkelscherben. Dabei lernen Sie im Gelände die grundlegenden Methoden der Physischen Geographie aus den Bereichen Geomorphologie, Geologie, Vegetationsgeographie und Bodenkunde kennen. Neben der verpflichtenden Anwesenheit vor Ort werden Sie einen Praktikumsbericht als Gruppenarbeit von voraussichtlich je drei Personen anfertigen. Das Praktikum ist viertägig i.d.R. von 9.00 bis 16 Uhr (Freitag, 28.4., Samstag, 29.4. sowie Freitag, 5.5. und Samstag 6.5.2023). Die Anreise ist individuell. Ich empfehle Ihnen, Fahrgemeinschaften zu bilden. Weitere Informationen folgen rechtzeitig vor Veranstaltungsbeginn!</p> <p><b>Stadtklimamodellierung mit ENVImet (Übung)</b></p>  |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Praktische Arbeitsmethoden (1)</b></p> <p>praktische Prüfung, unbenotet</p>   |
| <p><b>Modulteile</b></p>  |
| <p><b>Modulteil: Praktische Arbeitsmethoden</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Übung</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>SWS:</b> 2</p> <p><b>ECTS/LP:</b> 4.0</p>  |
| <p><b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b></p> <p><b>Biogeographische Geländeübung (Übung)</b></p> <p><b>Geographische Datenanalyse und -visualisierung mit R (Übung)</b></p> <p><b>Globale Wasserspeicher im Klimawandel (Übung)</b></p> <p><b>Immobilienmarkt- und Immobilienwertermittlung (Übung)</b></p> <p><b>Innenstadt- und Einzelhandelsentwicklung in Augsburg (Übung)</b></p> <p><b>Klimaresilienz von Kulturökosystemen in der Praxis (Übung)</b></p> <p><b>Paläobotanische Geländeübung (Übung)</b></p> <p><b>Physisch-geographisches Geländepraktikum (Übung)</b></p> <p>Das Geländepraktikum für Anfänger führt uns in den Raum Dinkelscherben. Dabei lernen Sie im Gelände die grundlegenden Methoden der Physischen Geographie aus den Bereichen Geomorphologie, Geologie, Vegetationsgeographie und Bodenkunde kennen. Neben der verpflichtenden Anwesenheit vor Ort werden Sie einen Praktikumsbericht als Gruppenarbeit von voraussichtlich je drei Personen anfertigen. Das Praktikum ist viertägig i.d.R. von 9.00 bis 16 Uhr (Freitag, 28.4., Samstag, 29.4. sowie Freitag, 5.5. und Samstag 6.5.2023). Die Anreise ist individuell. Ich empfehle Ihnen, Fahrgemeinschaften zu bilden. Weitere Informationen folgen rechtzeitig vor Veranstaltungsbeginn!</p> <p><b>Stadtklimamodellierung mit ENVImet (Übung)</b></p> |
| <p><b>Prüfung</b></p> <p><b>Praktische Arbeitsmethoden (2)</b></p> <p>praktische Prüfung, unbenotet</p>   |



|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Modul PHI-0209: MPhil 1: Orientierungs- und Wahlbereich</b><br><i>Orientation and Choice</i>  |   | 18 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r:<br>Prof. Dr. Uwe Meixner   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Das Modul dient der Vertiefung analytischer Kompetenzen und der fachlichen Orientierung in der Anfangsphase des Masterstudiengangs.   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden erweitern ihre Kenntnisse auf dem Gebiet der Logik und vertiefen ihre Fähigkeit zur logischen Analyse fachwissenschaftlicher und alltagssprachlicher Aussagen. Durch den Besuch einer weiteren Lehrveranstaltung werden philosophische Grundkenntnisse des bisherigen Studiums ergänzt oder im Hinblick auf die vorgesehene Schwerpunktbildung vertieft. |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Für Moduldetails beachten Sie bitte auch den Leitfaden für alle Studiengänge:<br><a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/</a>  |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 400 Std.   |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> in der Regel mind. 1x pro Studienjahr   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 2.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Moduleile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Logische Analyse in Philosophie und Alltag</b><br><b>Lehrformen:</b> Hauptseminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |   |  |
| <b>Modulteil: Lehrveranstaltung (nach Wahl) zur Ergänzung von Grundlagenkenntnissen</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |   |  |
| <b>Prüfung</b><br><b>PHI-0209-MPhil 1 Orientierungs- und Wahlbereich</b><br>Modulprüfung, Präsentation einer schriftlichen Hausarbeit mit kritischer Aussprache (30 Minuten)<br><b>Prüfungshäufigkeit:</b><br>jedes Semester   |   |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul PHI-0210: MPhil 2: Aktualität der Klassiker</b><br><i>Contemporary Relevance of Classical Thinkers</i>   |   | 18 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Christian Schröer   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Die Veranstaltungen des Moduls dienen der eingehenden Erarbeitung maßgeblicher Werke, Themen und Positionen der abendländischen Philosophie unter philosophiegeschichtlichen, motivgeschichtlichen und systematischen Gesichtspunkten.   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden vertiefen ihre Fähigkeit zur sach- und methodengerechten Auseinandersetzung mit maßgeblichen Quellentexte der Philosophie unter Berücksichtigung des jeweiligen Forschungsstandes und im Hinblick auf die entsprechenden systematischen Fragestellungen der einschlägigen aktuellen Debatten. |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Für Moduldetails beachten Sie bitte auch den Leitfaden für alle Studiengänge:<br><a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/</a>   |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 400 Std.  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>1. - 2.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |

|   |
|---|
| <b>Moduleile</b>  |
| <b>Modulteil: Hauptseminar zur Geschichte der Philosophie</b><br><b>Lehrformen:</b> Hauptseminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Aristoteles: Politik (Auszüge)</b> (Seminar)<br>Wir leben aktuell in politisch herausfordernden Zeiten. Was wir meinen, wenn wir von „Politik“ sprechen, verbleibt jedoch oft im Unbestimmten: Herrschaft und Macht, Gemeinschaft und Individuum, Gemeinwohl und Eigeninteresse, Recht und Gerechtigkeit, Verfassungen wie etwa Demokratie oder Diktatur etc.? Im Hinblick auf diese möglichen Charakterisierungen von Politik ist Aristoteles´ Schrift »Politik« eines der einflussreichsten Abhandlungen zur politischen Philosophie im Kontext der Entwicklung des europäischen Politikverständnisses. Die zentrale Stellung dieser antiken Schrift verdankt sich sicherlich dem thematisch vielschichtigen und systematischen Zugang im Hinblick auf das Phänomen des Politischen. Wenigstens drei Zugänge lassen sich im Sinne einer Systematik identifizieren: (1) Politik wird innerhalb der Schrift »Politik« als zentrales Phänomen menschlicher Praxis verortet, sie ist schlechterdings der Ausdruck menschlicher Praxis. Politik ist infolge umfassend bestimmt »praktische ... (weiter siehe Digicampus)<br><b>Gottlob Frege – ausgewählte Texte</b> (Hauptseminar)<br>Gottlob Frege (1848-1925) hat der heutigen Logik und Sprachphilosophie wichtige Anregungen gegeben. Im Bereich der analytischen Philosophie, als deren Gründer und Vordenker er gelten kann, zählt Frege zu den am häufigsten und intensivsten diskutierten Denkern – und zwar zu Recht. Auch wenn seine Problemlösungsvorschläge nach wie vor kontrovers besprochen werden, ist die Art und Weise, wie er Probleme |

überhaupt gefasst und einer Lösung zugänglich gemacht hat, als klassisch zu betrachten. Indem wir ausgewählte Texte Freges im Rahmen einer möglichst engen Lektüre gemeinsam besprechen, lernen wir daher Standards kennen, die für philosophisches Denken heute unverzichtbar sind. Wir machen uns mit Problemen der Philosophie der Mathematik und der Sprache vertraut sowie mit Verständnisweisen von Philosophie insgesamt, die nach wie vor Aktualität beanspruchen. Und wir lernen etwas über einen seinerzeit so gut wie unbekannt, heute aber immer noch prägenden Aufbruch in der Geschichte der Philoso  
... (weiter siehe Digicampus)

### Modulteil: Lehrveranstaltung (nach Wahl) zur Geschichte der Philosophie

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

#### Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

##### **Aristoteles: Politik (Auszüge)** (Seminar)

Wir leben aktuell in politisch herausfordernden Zeiten. Was wir meinen, wenn wir von „Politik“ sprechen, verbleibt jedoch oft im Unbestimmten: Herrschaft und Macht, Gemeinschaft und Individuum, Gemeinwohl und Eigeninteresse, Recht und Gerechtigkeit, Verfassungen wie etwa Demokratie oder Diktatur etc.? Im Hinblick auf diese möglichen Charakterisierungen von Politik ist Aristoteles' Schrift »Politik« eines der einflussreichsten Abhandlungen zur politischen Philosophie im Kontext der Entwicklung des europäischen Politikverständnisses. Die zentrale Stellung dieser antiken Schrift verdankt sich sicherlich dem thematisch vielschichtigen und systematischen Zugang im Hinblick auf das Phänomen des Politischen. Wenigstens drei Zugänge lassen sich im Sinne einer Systematik identifizieren: (1) Politik wird innerhalb der Schrift »Politik« als zentrales Phänomen menschlicher Praxis verortet, sie ist schlechterdings der Ausdruck menschlicher Praxis. Politik ist infolge umfassend bestimmt »praktische  
... (weiter siehe Digicampus)

##### **Der Begriff der Praxis bei Wittgenstein und Aristoteles** (Seminar)

Wie bewirkt eine Regel, dass wir im Einzelnen etwas ganz Bestimmtes tun? Können wir Regeln nicht immer auch auf eigene (und auch eigenwillige) Weise deuten, d.h. anders auslegen, als man das vielleicht erwartet? Kann so aber nicht jede beliebige Handlungsweise mit einer Regel in Einklang gebracht werden? Und wenn ja, welche Wirkung können Regeln dann überhaupt auf unser Handeln ausüben? Manche mögen angesichts solcher Fragen ins Zweifeln kommen; vielleicht will man sich in diesem Kontext S. Kripke anschließen, der im Namen Wittgensteins ein skeptisches Paradox verteidigt, gemäß dem Regeln keinerlei normierende Kraft auf unser Denken, Sprechen und Handeln entfalten können. Wittgenstein selbst bleibt von diesem Paradox in seinen Philosophischen Untersuchungen (§201) jedoch ungerührt. Es ist einem Missverständnis geschuldet und daher als illusionär zurückzuweisen. Warum das so ist, erläutert Wittgenstein allerdings nur mit ein paar knappen Bemerkungen. Unter anderem weist er darauf hin, d  
... (weiter siehe Digicampus)

##### **Gottlob Frege – ausgewählte Texte** (Hauptseminar)

Gottlob Frege (1848-1925) hat der heutigen Logik und Sprachphilosophie wichtige Anregungen gegeben. Im Bereich der analytischen Philosophie, als deren Gründer und Vordenker er gelten kann, zählt Frege zu den am häufigsten und intensivsten diskutierten Denkern – und zwar zu Recht. Auch wenn seine Problemlösungsvorschläge nach wie vor kontrovers besprochen werden, ist die Art und Weise, wie er Probleme überhaupt gefasst und einer Lösung zugänglich gemacht hat, als klassisch zu betrachten. Indem wir ausgewählte Texte Freges im Rahmen einer möglichst engen Lektüre gemeinsam besprechen, lernen wir daher Standards kennen, die für philosophisches Denken heute unverzichtbar sind. Wir machen uns mit Problemen der Philosophie der Mathematik und der Sprache vertraut sowie mit Verständnisweisen von Philosophie insgesamt, die nach wie vor Aktualität beanspruchen. Und wir lernen etwas über einen seinerzeit so gut wie unbekannt, heute aber immer noch prägenden Aufbruch in der Geschichte der Philoso  
... (weiter siehe Digicampus)

##### **Grundprobleme der Wissenschaftstheorie aus historischer und systematischer Perspektive** (Seminar)

Was ist und wie funktioniert Wissenschaft? Liefert Wissenschaft objektive Wahrheiten? Inwiefern kann ein Experiment Aufschluss über die Wirklichkeit geben? Was bedeuten Induktion, Deduktion, Verifikation und

Falsifikation? Was sind und wie entwickeln sich wissenschaftliche Theorien? Diesen und anderen Fragen wird im Seminar sowohl aus wissenschaftshistorischer als auch aus wissenschaftstheoretischer Perspektive nachgegangen. Unter Zuhilfenahme historischer Fallbeispiele, systematischer Untersuchungen und logischer Analysen wird versucht, herauszuarbeiten, was Wissenschaft zu einer Weltdeutung mit besonderem Geltungsanspruch macht und was die Besonderheiten wissenschaftlicher Begründungspraxis darstellen. Literatur (Auswahl): • BARTELS, ANDREAS / STÖCKLER, MANFRED (Hg.) (2009): Wissenschaftstheorie. Ein Studienbuch. 2., durchges. und korr. Aufl. Paderborn: Mentis. • BÖHME, GERNOT (Hg.) (1989): Klassiker der Naturphilosophie. Von den Vorsokratikern bis zur Kopenhagener Schule. München: B ... (weiter siehe Digicampus)

#### **Immanuel Kant, Grundlegung zur Metaphysik der Sitten (Seminar)**

Immanuel Kants im Jahr 1785 erschienene Grundlegung zur Metaphysik der Sitten darf als ein Klassiker der Ethik gelten. Kant entwickelt darin eine deontologische Ethik, wonach das moralisch Gute nicht in Handlungsfolgen und Glücksmaximierung, sondern allein in der subjektiven Gesinnung und ihrem Verhältnis zu absoluten moralischen Geboten besteht. Im Rahmen des Seminars lesen wir diesen klassischen Text gründlich und diskutieren ihn unter folgenden Fragestellungen: Wie können wir die Objektivität der Moral begründen? Worin besteht moralische Autonomie? Wie können wir erkennen, was moralisch gut ist und was moralisch schlecht? Was motiviert uns zu moralischen Handlungen? Im Anschluss an unsere Lektüre diskutieren wir neuere deontologische Ansätze der analytischen Ethik. Die Veranstaltung wird digital durch Quizze und (Video-)Dokumentationen begleitet.

#### **Konsequentialismus und Utilitarismus (Seminar)**

Konsequentialismus und Utilitarismus sind einflussreiche Positionen innerhalb der Ethik, wonach sich der moralische Status einer Handlung nach ihren Folgen bemisst. In diesem Seminar lesen und diskutieren wir gemeinsam klassische und neuere Texte zum Konsequentialismus und Utilitarismus, u.a. von John Stuart Mill, Jeremy Bentham, Henry Sidgwick, Richard Mervyn Hare, Richard Brandt, J.J.C. Smart und Peter Singer. Im Anschluss daran befassen wir uns mit verschiedenen Kritiken des Konsequentialismus. Die Veranstaltung wird digital durch Quizze und (Video-)Dokumentationen begleitet.

#### **Ludwig Wittgenstein: Philosophische Untersuchungen (Seminar)**

Als Hauptwerk der Spätphilosophie Wittgensteins gilt das Buch Philosophische Untersuchungen, das 1953 posthum erscheint und einen enormen Einfluss auf die Entwicklung der analytischen Philosophie ausübt. Hier wird die Sprache als Instrument aufgefasst, und diese Auffassung liegt der Vorstellung, dass das Philosophieren im Behandeln „philosophischer Krankheiten“ besteht, und der Bestimmung des zu einem solchen Behandeln notwendigen Instrumentariums zugrunde. In der Veranstaltung werden ausgewählte Abschnitte des Textes diskutiert. Im Zentrum der Diskussionen stehen die Begriffe „Sprachspiel“, „Lebensform“, „Regel“, „Familienähnlichkeiten“, „Grammatik“, „Bedeutung“, „Sinn“.

#### **Musik und Philosophie (Hauptseminar)**

Musik und Philosophie, Philosophie und Musik haben vielfältige Verbindungen, die sich in Theorie und Praxis seit der Antike bis in die Gegenwart verfolgen lassen. Anhand von Fallbeispielen bzw. Texten und Werken von Philosophen und Musikern/Musiktheoretikern – u.a. Platon, Aristoteles, A. Kircher, Schopenhauer, Beethoven, Nietzsche, R. Strauss, Wittgenstein, Cage - sollen einige der Verbindungen beleuchtet und auch musikpraktisch an geeigneten Stellen ausprobiert werden (passiv und wo möglich aktiv). Im Vordergrund stehen dabei Fragen wie: Was ist eigentlich Musik? Inwiefern ist Musik (unter metaphysischer Rücksicht) real? Warum bewegt uns eigentlich Musik? Gehört Musik zu einem gelingenden Leben dazu? Ist Musik eine Brücke zur Transzendenz?

#### **Philosophie der Gegenwart (Vorlesung)**

Eine philosophiegeschichtliche Vorlesung zur Philosophie der Gegenwart scheint die Historisierung unseres Faches auf die Spitze zu treiben. Können wir sogar die Philosophie, wie sie hier und jetzt betrieben wird, nur noch aus der Perspektive des Rückblicks zur Kenntnis nehmen? Beabsichtigt ist mit dieser Vorlesung jedoch etwas anderes: nämlich die Frage zu beantworten, was Philosophie heute ist und, damit verbunden, wie sie dazu geworden ist. Den Ausgangspunkt dafür stellt die Auseinandersetzung mit einem zumindest vermeintlichen absoluten Standpunkt dar, wie sie für die Philosophie der Gegenwart charakteristisch ist. Diese Auseinandersetzung hat um zwei Jahrhundertwenden herum in zwei Formen angefangen: als Ruf nach einer „positiven“ Philosophie nach 1800 und als Entwicklung der später als „analytisch“ bezeichneten Philosophie um

1900. Damit einher geht auch der zumindest vermeintliche Zerfall der Philosophie in verschiedene Strömungen, für die heute die Etiketten der „kontinentalen“  
... (weiter siehe Digicampus)

**Philosophiegeschichte des Mittelalters** (Vorlesung)

Grob gesprochen umfasst die Philosophie des Mittelalters im Abendland 1000 Jahre. Da es sinnvoll ist, in der Philosophie Geschichte und Systematik zusammen zu betrachten, richtet sich in dieser Lehrveranstaltung der Blick im Rahmen der geschichtlichen Darstellung immer auch auf die philosophischen Probleme selbst. Da das Mittelalter wesentlich vom Dialog zwischen dem christlichen und dem antiken philosophischen Denken geprägt ist, wird dieser fruchtbare und spannungsreiche Austausch im Vordergrund stehen. Wichtige Vertreter der mittelalterlichen islamischen und jüdischen Philosophie werden im Kontext der Frage nach der Verhältnisbestimmung von Glaube und Vernunft ebenfalls berücksichtigt. Anhand wichtiger Vertreter soll in der Lehrveranstaltung ein Überblick gegeben werden, wie sich die Philosophie im Mittelalter entwickelt hat und wie sich der Weg in die Neuzeit anbahnt.

**Theorien der (Un)Gerechtigkeit** (Seminar)

In diesem Blockseminar diskutieren wir anhand von zentralen Textauszügen klassische und neuere Theorien der (Un)Gerechtigkeit, u.a. von Platon, Aristoteles, Cicero, Thomas von Aquin, Thomas Hobbes, John Locke, Jean-Jacques Rousseau, Immanuel Kant und John Stuart Mill. Außerdem befassen wir uns mit neueren Theorien, u.a. von John Rawls, Robert Nozick, Harry Frankfurt, Judith Shklar und Martha Nussbaum.

**Tugendethik** (Seminar)

In diesem Seminar lesen und diskutieren wir gemeinsam klassische und neuere Texte zur Tugendethik. Im Zentrum steht die Nikomachische Ethik von Aristoteles, wir behandeln aber auch Texte von neueren neo-aristotelischen Philosophen wie Elizabeth Anscombe, Alasdair MacIntyre, Philippa Foot und Judith Shklar. Dabei liegt immer auch ein Fokus auf der Frage, wie sich die Tugend zu ihrem Gegenteil, dem Laster, verhält. Allen Teilnehmenden werden die Textgrundlagen in digitaler Form zugänglich gemacht. Die Veranstaltung wird digital durch Quizze und (Video-)Dokumentationen begleitet. Literatur zur Einführung: Christoph Halbig/Felix Timmermann: Handbuch Tugend und Tugendethik, Wiesbaden 2021.

**Prüfung**

**PHI-0210 Aktualität der Klassiker**

Modulprüfung, Präsentation einer schriftlichen Hausarbeit mit kritischer Aussprache (30 Minuten)

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul PHI-0211: MPhil 3: Probleme und Perspektiven der analytischen Philosophie und Wissenschaftstheorie</b><br><i>Problems and Perspectives of Analytic Philosophy and Philosophy of Science</i>  |   | 18 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Uwe Voigt   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Gegenstand der Veranstaltungen sind einschlägige Themen und Debatten im Bereich der Sprachphilosophie, Logik, Erkenntnistheorie, Wissenschaftstheorie und Naturphilosophie.  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden vertiefen ihre Fähigkeit zur eigenständigen Auseinandersetzung mit aktuellen Fragestellungen und kontroversen Positionen der Sprachphilosophie, Logik, Erkenntnistheorie, Wissenschaftstheorie und Naturphilosophie.                |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Für Moduldetails beachten Sie bitte auch den Leitfaden für alle Studiengänge:<br><a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/</a> |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 400 Std.  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 3.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |

|   |
|---|
| <b>Moduleile</b>  |
| <b>Modulteil: Hauptseminar zu einer der Disziplinen Sprachphilosophie, Logik, Erkenntnis-, Wissenschaftstheorie, Naturphilosophie</b><br><b>Lehrformen:</b> Hauptseminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Gottlob Frege – ausgewählte Texte</b> (Hauptseminar)<br>Gottlob Frege (1848-1925) hat der heutigen Logik und Sprachphilosophie wichtige Anregungen gegeben. Im Bereich der analytischen Philosophie, als deren Gründer und Vordenker er gelten kann, zählt Frege zu den am häufigsten und intensivsten diskutierten Denkern – und zwar zu Recht. Auch wenn seine Problemlösungsvorschläge nach wie vor kontrovers besprochen werden, ist die Art und Weise, wie er Probleme überhaupt gefasst und einer Lösung zugänglich gemacht hat, als klassisch zu betrachten. Indem wir ausgewählte Texte Freges im Rahmen einer möglichst engen Lektüre gemeinsam besprechen, lernen wir daher Standards kennen, die für philosophisches Denken heute unverzichtbar sind. Wir machen uns mit Problemen der Philosophie der Mathematik und der Sprache vertraut sowie mit Verständnisweisen von Philosophie insgesamt, die nach wie vor Aktualität beanspruchen. Und wir lernen etwas über einen seinerzeit so gut wie unbekannt, heute aber immer noch prägenden Aufbruch in der Geschichte der Philoso<br>... (weiter siehe Digicampus) |

## Modulteil: Eine Lehrveranstaltung (nach Wahl) zur Sprachphilosophie, Logik, Erkenntnisund Wissenschaftstheorie oder Naturphilosophie

**Sprache:** Deutsch

**SWS:** 2

### Zugeordnete Lehrveranstaltungen:

#### **Analytische Geschichtsphilosophie** (Seminar)

Der Analytischen Philosophie wird oft der Vorwurf gemacht, geschichtsvergessen zu sein. Diesem Vorwurf zufolge betreibt die Analytische Philosophie keine Reflexion auf die Geschichte und behandelt historische Texte so, als wären sie zeitgenössische Texte; sie ignoriert, dass Begriffs- und Theoriebildung nie außerhalb der Geschichte selbst stehen, sondern stets vom geschichtlichen Gewordensein der Philosophierenden und ihrer Vorannahmen mitgeprägt sind – kurz: Analytische Philosophie ignoriert die ‚Unerbittlichkeit der Historizität‘. Demgegenüber gibt es jedoch die meist wenig beachtete Disziplin der Analytischen Geschichtsphilosophie, die sich genau mit diesen Themen befasst. Diesem Zweig der Analytischen Philosophie soll im Seminar nachgegangen werden.

#### **Analytische Moralphilosophie (Blockseminar)** (Seminar)

Zwei Dinge erfüllen das Gemüth mit immer neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht, je öfter und anhaltender sich das Nachdenken damit beschäftigt: Der bestirnte Himmel über mir und das moralische Gesetz in mir. Ich sehe sie beide vor mir und verknüpfe sie unmittelbar mit dem Bewusstsein meiner Existenz" schreibt Immanuel Kant in seiner 1788 publizierten „Kritik der praktischen Vernunft“. Bis heute nehmen die Weiterführungen traditioneller Theorienparadigmen durch die Richtungen des Konsequentialismus, Deontologie, Kontraktualismus und Tugendethik des 20. / 21. Jahrhunderts in der Analytischen Philosophie tragende Rollen ein und bestreiten die Diskussionsgrundlagen der normativen Ethik. Diese Auswirkungen sind weit über bloße Gedankenexperimente wie das „Trolley-Problem“ hinaus bis in die Debatten um Autonome Autos, Terrorismusbekämpfung, Kriegsinterventionen etc. zu verzeichnen und bestimmen den jeweiligen Standpunkt. In diesem Seminar orientieren wir uns an den Texten des Sammel

... (weiter siehe Digicampus)

#### **Einführung in die Philosophie des Geistes** (Vorlesung)

Zu Beginn der neuzeitlichen Philosophie macht René Descartes geltend, Körper und Geist seien „nicht nur verschieden [...], sondern sogar in gewissem Sinne einander [...] entgegengesetzt“ (Meditationen über die Erste Philosophie [1641], Übersicht). Der Körper sei nämlich ein „lediglich ausgedehntes, nicht denkendes Ding“ (ebd., Med. VI 9), der Geist dagegen ein „lediglich denkendes“, nicht ausgedehntes Ding (ebd., Med. VI 13). Mit diesem „Dualismus“ stellt sich das seitdem kontrovers diskutierte Leib-Seele-Problem: Wie lassen sich Körper (bzw. Leib, das Physische, etc.) und Geist (bzw. Seele, das Mentale etc.) überhaupt begrifflich fassen? Gibt es tatsächlich einen Unterschied zwischen ihnen, und wenn ja, wie ist er geartet? Verschärft wird dieses Problem durch die Frage nach der Möglichkeit einer Wechselwirkung zwischen beiden Bereichen: Kann etwas unkörperliches Geistiges überhaupt in den Lauf der Welt eingreifen, wenn dieser Weltlauf, heute gängiger Überzeugung zufolge, vollständig durch

... (weiter siehe Digicampus)

#### **Gottlob Frege – ausgewählte Texte** (Hauptseminar)

Gottlob Frege (1848-1925) hat der heutigen Logik und Sprachphilosophie wichtige Anregungen gegeben. Im Bereich der analytischen Philosophie, als deren Gründer und Vordenker er gelten kann, zählt Frege zu den am häufigsten und intensivsten diskutierten Denkern – und zwar zu Recht. Auch wenn seine Problemlösungsvorschläge nach wie vor kontrovers besprochen werden, ist die Art und Weise, wie er Probleme überhaupt gefasst und einer Lösung zugänglich gemacht hat, als klassisch zu betrachten. Indem wir ausgewählte Texte Freges im Rahmen einer möglichst engen Lektüre gemeinsam besprechen, lernen wir daher Standards kennen, die für philosophisches Denken heute unverzichtbar sind. Wir machen uns mit Problemen der Philosophie der Mathematik und der Sprache vertraut sowie mit Verständnisweisen von Philosophie insgesamt, die nach wie vor Aktualität beanspruchen. Und wir lernen etwas über einen seinerzeit so gut wie unbekannt, heute aber immer noch prägenden Aufbruch in der Geschichte der Philoso

... (weiter siehe Digicampus)

#### **Grundprobleme der Wissenschaftstheorie aus historischer und systematischer Perspektive** (Seminar)

Was ist und wie funktioniert Wissenschaft? Liefert Wissenschaft objektive Wahrheiten? Inwiefern kann ein Experiment Aufschluss über die Wirklichkeit geben? Was bedeuten Induktion, Deduktion, Verifikation und Falsifikation? Was sind und wie entwickeln sich wissenschaftliche Theorien? Diesen und anderen Fragen wird im Seminar sowohl aus wissenschaftshistorischer als auch aus wissenschaftstheoretischer Perspektive nachgegangen. Unter Zuhilfenahme historischer Fallbeispiele, systematischer Untersuchungen und logischer Analysen wird versucht, herauszuarbeiten, was Wissenschaft zu einer Weltdeutung mit besonderem Geltungsanspruch macht und was die Besonderheiten wissenschaftlicher Begründungspraxis darstellen. Literatur (Auswahl): • BARTELS, ANDREAS / STÖCKLER, MANFRED (Hg.) (2009): Wissenschaftstheorie. Ein Studienbuch. 2., durchges. und korr. Aufl. Paderborn: Mentis. • BÖHME, GERNOT (Hg.) (1989): Klassiker der Naturphilosophie. Von den Vorsokratikern bis zur Kopenhagener Schule. München: B  
... (weiter siehe Digicampus)

#### **Holm Tetens: Gott denken** (Seminar)

Noch im Jahr 2010 konnte der an der Freien Universität Berlin lehrende Philosoph Holm Tetens (geb. 1948) schreiben: „Der Mensch ist sowohl als Individuum wie als Gattungswesen eine vorübergehende und äußerst randständige Episode in einem unermesslichen und sinnlosen Universum“, dementsprechend sei der „religiöse Glaube [s]einer Kinder- und Jugendtage unwiederbringlich dahin“ (Tetens 2010: 239). Fünf Jahre später hingegen legt derselbe Autor das Buch „Gott denken. Ein Versuch über rationale Theologie“ vor, welches die Vernünftigkeit des Gottesgedankens und der Hoffnung auf Erlösung aufzuweisen versucht (Tetens 2015). Beobachter sprachen angesichts der für viele überraschenden Wende, die Tetens vollzogen hat, mitunter von einem „Erdbeben in der philosophischen Zunft“ (Brüntrup 2017: 465). Im Seminar wird das bei Reclam in der Reihe „Was bedeutet das alles?“ erschienene Buch Holm Tetens' diskutiert. Da dieses jedoch vom Umfang her überraschend kurz ist (96 S.), werden zudem einige weitere  
... (weiter siehe Digicampus)

#### **Keplers Naturphilosophie** (Proseminar)

Das 17. Jahrhundert wird oftmals als Epochenschwelle aufgefasst, die den zeitlichen Entstehungsraum der (Natur-)Wissenschaften und damit verbunden die Trennungslinie zur Naturphilosophie markiert. Wie es zur Entstehung der neuzeitlichen (Natur-)Wissenschaften kam, und welchen Beitrag Johannes Kepler hierzu insbesondere in seinen Werken „Astronomia Nova“ und „Harmonice Mundi“ leistete, soll im Seminar sowohl aus einer philosophie- als auch wissenschaftshistorischen Perspektive erörtert werden. Es gilt aufzuzeigen, dass nicht schon mit dem Kopernikanischen Modell, das konzeptionell mit der antiken Astronomie verbunden bleibt, sondern erst mit Kepler die Astronomie im neuzeitlichen, modernen Sinne beginnt. Mit der Trennung zwischen Naturphilosophie und Naturwissenschaft geht die Frage einher, wie Naturphilosophie früher verstanden wurde und wie man sie heute verstehen kann.

#### **Logik der Fehlschlüsse - Fehlschlüsse der Logik (online vhb-Kurs)** (Seminar)

Kursanmeldung: 15.03.2023 00:00 Uhr bis 15.05.2023 23:59 Uhr Kursabmeldung: 15.03.2023 00:00 Uhr bis 15.05.2023 23:59 Uhr Kursbearbeitung / Kurslaufzeit: 15.03.2023 bis 30.09. 2023 Der Link zur Anmeldung bei der vhb lautet: <https://www.vhb.org/startseite/> und danach geht es weiter unter "Schlüsselqualifikationen", "Methodenkompetenz". Königin Necessitas wird Sie demnächst empfangen. Denn Sie sind bei diesem Seminar die Hauptperson, die sich mit folgenden Fragen beschäftigt: Was ist ein logisch gültiger Schluss? Was sind Fehlschlüsse und in welchen Arten kommen sie vor? Wie bewähren sich Schlüsse und (tatsächliche oder scheinbare) Fehlschlüsse beim Argumentieren? Lassen sich gute Gründe dafür anführen, am Stellenwert logisch gültiger Schlüsse zu zweifeln? Was soll das sein und gibt es das überhaupt – eine Logik der Fehlschlüsse und die Fehlschlüsse der Logik? Diese Fragen stellen sich Ihnen während eines virtuellen Praktikums, das Sie für den philosophischen Sicherheitsdienst PHILOSECUR  
... (weiter siehe Digicampus)

#### **Ludwig Wittgenstein: Philosophische Untersuchungen** (Seminar)

Als Hauptwerk der Spätphilosophie Wittgensteins gilt das Buch Philosophische Untersuchungen, das 1953 posthum erscheint und einen enormen Einfluss auf die Entwicklung der analytischen Philosophie ausübt. Hier wird die Sprache als Instrument aufgefasst, und diese Auffassung liegt der Vorstellung, dass das Philosophieren im Behandeln „philosophischer Krankheiten“ besteht, und der Bestimmung des zu einem solchen Behandeln notwendigen Instrumentariums zugrunde. In der Veranstaltung werden ausgewählte Abschnitte



des Textes diskutiert. Im Zentrum der Diskussionen stehen die Begriffe „Sprachspiel“, „Lebensform“, „Regel“, „Familienähnlichkeiten“, „Grammatik“, „Bedeutung“, „Sinn“.

**Mathematik für angehende Philosophinnen und Philosophen (Blockseminar) (Seminar)**

Die Mathematik, Schrecken vieler aus der Schulzeit, wird immer wieder als „Königin der Wissenschaften“ bezeichnet. Sie ist nicht nur eine eigenständige Disziplin, sondern auch Hilfswissenschaft anderer Wissenschaften – und sie hat eine lange gemeinsame Geschichte mit der Philosophie, exemplarisch verkörpert durch Thales, Pythagoras und Platon in der Antike, Descartes, Pascal und Leibniz in der Neuzeit, sowie Frege, Russell und Gödel im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert. Trotz aller Unterschiede sind beide Disziplinen bis heute nicht nur in personeller, sondern gerade auch – wenngleich oft auf den ersten Blick nicht sichtbar – in methodologischer Hinsicht untrennbar miteinander verbunden. Das Seminar hat den Anspruch, ein grundlegendes Verständnis dafür zu schaffen, was (die Wissenschaft) Mathematik eigentlich ist, über welche Art Objekte sie spricht und welche Rolle sie für uns Menschen spielt. Das Seminar bewegt sich im Detail in einer Gemengelage aus Mathematik, Metamathematik (i  
... (weiter siehe Digicampus)

**Methoden des Philosophierens (Seminar)**

Anhand historischer und zeitgenössischer wissenschaftlicher Literatur werden im Seminar die wichtigsten Methoden des Philosophierens diskutiert: die transzendente, dialektische, phänomenologische, hermeneutische, analytische, diskurs-analytische und dekonstruktive Weise des Philosophierens. Durch eine vergleichende (ad hoc-) Analyse der verschiedenen Methoden sollte deutlich werden, dass sie sich perspektivistisch ergänzen und nicht grundsätzlich wechselseitig ausschließen. Schließlich soll auch die Frage beantwortet werden, ob es eine universelle philosophische Methode gibt. Studierende erhalten durch die Seminarteilnahme einen Überblick über die wichtigsten Methoden des Philosophierens. Dadurch wird erschlossen, was Philosophieren (bzw. Philosophie) bedeutet, welches seine Leistungen und wo seine Grenzen sind.

**Um(welt)denken? Das Verhältnis von Environmental Humanities und Philosophie (Seminar)**

Die Environmental Humanities (deutsch: Umweltgeisteswissenschaften) sind ein vergleichsweise neues Forschungsfeld, das sich mit Umweltthemen aus interdisziplinärer geisteswissenschaftlicher Perspektive auseinandersetzt. Forschungsschwerpunkte der Environmental Humanities sind unter anderem [1] das Verhältnis von politischen Entwicklungen und Umweltveränderungen („political ecology“), [2] die Geschichte(n) von natürlichen und synthetischen Materialien und ihren Auswirkungen auf gesellschaftliche Prozesse („material ecology“), sowie [3] die literarische und künstlerische Auseinandersetzung mit Umweltphänomenen („cultural ecology“). Das Verhältnis von menschlicher (z.B. politischer oder künstlerischer) und ökologischer (z.B. Erdbeben, Klimaveränderungen) Sphäre wird dabei stets als reziprok beeinflussend verstanden. Menschliches Handeln, Interpretieren und Repräsentieren von Naturphänomenen beeinflusst und formt Umwelten. Zugleich ist menschliches Handeln, Interpretieren und Repräsentiere  
... (weiter siehe Digicampus)

**Werte (in) der Natur? (Seminar)**

Wir schreiben der Natur unterschiedliche Werte zu: Wir sprechen von schönen Landschaften, von schützenswerten Ökosystemen, von natürlichen Gleichgewichten, die es zu bewahren gilt oder vom unersetzlichen Verlust einer ausgestorbenen Spezies. Sogar das Bundesnaturschutzgesetz spricht in § 1 davon, dass "Natur und Landschaft auf Grund ihres eigenen Wertes" zu schützen seien. Mit derartigen Aussagen gehen eine ganze Reihe von Fragen einher: Was bedeuten solche Aussagen? Sollen wir natürlichen Phänomenen intrinsische objektive Werte zusprechen oder gibt es letztlich nur subjektive Zuschreibungen aus einer menschlichen Perspektive? Was sind überhaupt intrinsische objektive Werte? Was spricht für ihre Annahme, was dagegen? Was wären naheliegender Weise derartige Werte in der Natur? Welche möglichen handlungstheoretischen Implikationen hat die Annahme solcher Werte für uns? Wie hängen Natur und Spiritualität zusammen? Welche unterschiedliche globale Perspektiven auf die Natur gibt es? Im Semi  
... (weiter siehe Digicampus)

**Prüfung**

**PHI-0211 Probleme und Perspektiven der analytischen Philosophie und Wissenschaftstheorie**

Modulprüfung, Präsentation einer schriftlichen Hausarbeit mit kritischer Aussprache (30 Minuten)

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul PHI-0212: MPhil 4: Probleme und Perspektiven der Philosophischen Ethik</b><br><i>Problems and Perspectives of Philosophical Ethics</i>   |   | 18 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Klaus Arntz   |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Gegenstand der Veranstaltungen sind einschlägige Themen und Debatten im Bereich der allgemeinen Ethik, der angewandten Ethik und der philosophischen Anthropologie.  |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden vertiefen ihre Fähigkeit zur selbständigen Auseinandersetzung mit klassischen Grundlagen, aktuellen Diskussionen und interdisziplinären Perspektiven in den Bereichen der allgemeinen Ethik, der angewandten Ethik und der philosophischen Anthropologie.   |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Zu wählen sind zwei der drei Wahlpflichtmodule MPhil 3, MPhil 4 und MPhil 5.<br><br>Für Moduldetails beachten Sie bitte auch den Leitfaden für alle Studiengänge:<br><a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/</a> |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 400 Std.  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 3.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |

|   |
|---|
| <b>Moduleile</b>  |
| <b>Modulteil: Hauptseminar zur Philosophischen Ethik oder Anthropologie</b><br><b>Lehrformen:</b> kein Typ gewählt<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Aristoteles: Politik (Auszüge)</b> (Seminar)<br>Wir leben aktuell in politisch herausfordernden Zeiten. Was wir meinen, wenn wir von „Politik“ sprechen, verbleibt jedoch oft im Unbestimmten: Herrschaft und Macht, Gemeinschaft und Individuum, Gemeinwohl und Eigeninteresse, Recht und Gerechtigkeit, Verfassungen wie etwa Demokratie oder Diktatur etc.? Im Hinblick auf diese möglichen Charakterisierungen von Politik ist Aristoteles’ Schrift »Politik« eines der einflussreichsten Abhandlungen zur politischen Philosophie im Kontext der Entwicklung des europäischen Politikverständnisses. Die zentrale Stellung dieser antiken Schrift verdankt sich sicherlich dem thematisch vielschichtigen und systematischen Zugang im Hinblick auf das Phänomen des Politischen. Wenigstens drei Zugänge lassen sich im Sinne einer Systematik identifizieren: (1) Politik wird innerhalb der Schrift »Politik« als zentrales Phänomen menschlicher Praxis verortet, sie ist schlechterdings der Ausdruck menschlicher Praxis. Politik ist infolge umfassend bestimmt »praktische ... (weiter siehe Digicampus) |

**Modulteil: Eine Lehrveranstaltung (nach Wahl) zur Philosophischen Ethik oder Anthropologie****Sprache:** Deutsch**SWS:** 2**Zugeordnete Lehrveranstaltungen:****Analytische Moralphilosophie (Blockseminar) (Seminar)**

Zwei Dinge erfüllen das Gemüth mit immer neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht, je öfter und anhaltender sich das Nachdenken damit beschäftigt: Der bestirnte Himmel über mir und das moralische Gesetz in mir. Ich sehe sie beide vor mir und verknüpfe sie unmittelbar mit dem Bewusstsein meiner Existenz" schreibt Immanuel Kant in seiner 1788 publizierten „Kritik der praktischen Vernunft“. Bis heute nehmen die Weiterführungen traditioneller Theorienparadigmen durch die Richtungen des Konsequentialismus, Deontologie, Kontraktualismus und Tugendethik des 20. / 21. Jahrhunderts in der Analytischen Philosophie tragende Rollen ein und bestreiten die Diskussionsgrundlagen der normativen Ethik. Diese Auswirkungen sind weit über bloße Gedankenexperimente wie das „Trolley-Problem“ hinaus bis in die Debatten um Autonome Autos, Terrorismusbekämpfung, Kriegsinterventionen etc. zu verzeichnen und bestimmen den jeweiligen Standpunkt. In diesem Seminar orientieren wir uns an den Texten des Sammel  
... (weiter siehe Digicampus)

**Aristoteles: Politik (Auszüge) (Seminar)**

Wir leben aktuell in politisch herausfordernden Zeiten. Was wir meinen, wenn wir von „Politik“ sprechen, verbleibt jedoch oft im Unbestimmten: Herrschaft und Macht, Gemeinschaft und Individuum, Gemeinwohl und Eigeninteresse, Recht und Gerechtigkeit, Verfassungen wie etwa Demokratie oder Diktatur etc.? Im Hinblick auf diese möglichen Charakterisierungen von Politik ist Aristoteles' Schrift »Politik« eines der einflussreichsten Abhandlungen zur politischen Philosophie im Kontext der Entwicklung des europäischen Politikverständnisses. Die zentrale Stellung dieser antiken Schrift verdankt sich sicherlich dem thematisch vielschichtigen und systematischen Zugang im Hinblick auf das Phänomen des Politischen. Wenigstens drei Zugänge lassen sich im Sinne einer Systematik identifizieren: (1) Politik wird innerhalb der Schrift »Politik« als zentrales Phänomen menschlicher Praxis verortet, sie ist schlechterdings der Ausdruck menschlicher Praxis. Politik ist infolge umfassend bestimmt »praktische  
... (weiter siehe Digicampus)

**Der Begriff der Praxis bei Wittgenstein und Aristoteles (Seminar)**

Wie bewirkt eine Regel, dass wir im Einzelnen etwas ganz Bestimmtes tun? Können wir Regeln nicht immer auch auf eigene (und auch eigenwillige) Weise deuten, d.h. anders auslegen, als man das vielleicht erwartet? Kann so aber nicht jede beliebige Handlungsweise mit einer Regel in Einklang gebracht werden? Und wenn ja, welche Wirkung können Regeln dann überhaupt auf unser Handeln ausüben? Manche mögen angesichts solcher Fragen ins Zweifeln kommen; vielleicht will man sich in diesem Kontext S. Kripke anschließen, der im Namen Wittgensteins ein skeptisches Paradox verteidigt, gemäß dem Regeln keinerlei normierende Kraft auf unser Denken, Sprechen und Handeln entfalten können. Wittgenstein selbst bleibt von diesem Paradox in seinen Philosophischen Untersuchungen (§201) jedoch ungerührt. Es ist einem Missverständnis geschuldet und daher als illusionär zurückzuweisen. Warum das so ist, erläutert Wittgenstein allerdings nur mit ein paar knappen Bemerkungen. Unter anderem weist er darauf hin, d  
... (weiter siehe Digicampus)

**Grundprobleme der Praktischen Philosophie (Vorlesung)**

Im Rahmen der Vorlesung werden verschiedene Grundprobleme der Praktischen Philosophie präsentiert und diskutiert. Im Zentrum steht dabei die Frage nach dem Gelingen und Misslingen von Handlungen. Wir beschäftigen uns mit Handlungsgründen, praktischer Rationalität und Irrationalität, praktischer Normativität, Handlungsfreiheit und Willensfreiheit, moralischer Zurechenbarkeit, moralischer Selbsttäuschung und Willensschwäche. Abschließend diskutieren wir aktuelle Probleme der Praktischen Philosophie anhand von künstlicher Intelligenz, Computerspielen und virtueller Realität. Die Veranstaltung wird digital durch Quizze und (Video-)Dokumentationen begleitet.

**Konsequentialismus und Utilitarismus (Seminar)**

Konsequentialismus und Utilitarismus sind einflussreiche Positionen innerhalb der Ethik, wonach sich der moralische Status einer Handlung nach ihren Folgen bemisst. In diesem Seminar lesen und diskutieren wir gemeinsam klassische und neuere Texte zum Konsequentialismus und Utilitarismus, u.a. von John Stuart Mill, Jeremy Bentham, Henry Sidgwick, Richard Mervyn Hare, Richard Brandt, J.J.C. Smart und Peter Singer. Im Anschluss daran befassen wir uns mit verschiedenen Kritiken des Konsequentialismus. Die Veranstaltung wird digital durch Quizze und (Video-)Dokumentationen begleitet.

#### **Philosophische Anthropologie** (Vorlesung)

Die philosophische Anthropologie beschäftigt sich mit der Frage nach der Natur des Menschen. Im Rahmen dieser Vorlesung setzen wir uns dabei mit folgenden Fragen auseinander: - Wie ist das Verhältnis von Körper und Geist bzw. Leib und Seele zu denken? - Lässt sich (menschliches) Bewusstsein naturalisieren und auf Physisches zurückführen? - Warum erachten viele PhilosophInnen (Selbst-)Bewusstsein als etwas Rätselhaftes? - Was zeichnet den phänomenologischen Leibbegriff (im Unterschied zum Körperbegriff) aus? - Ist der Mensch determiniert und durch sein Gehirn festgelegt oder selbstbestimmt und frei? - Ist der Mensch von Natur aus auf andere hin angelegt und altruistisch? - Was ist die Stellung des Menschen im Kosmos? - Soll die menschliche Natur überwunden werden?

#### **Theorien der (Un)Gerechtigkeit** (Seminar)

In diesem Blockseminar diskutieren wir anhand von zentralen Textauszügen klassische und neuere Theorien der (Un)Gerechtigkeit, u.a. von Platon, Aristoteles, Cicero, Thomas von Aquin, Thomas Hobbes, John Locke, Jean-Jacques Rousseau, Immanuel Kant und John Stuart Mill. Außerdem befassen wir uns mit neueren Theorien, u.a. von John Rawls, Robert Nozick, Harry Frankfurt, Judith Shklar und Martha Nussbaum.

#### **Tugendethik** (Seminar)

In diesem Seminar lesen und diskutieren wir gemeinsam klassische und neuere Texte zur Tugendethik. Im Zentrum steht die Nikomachische Ethik von Aristoteles, wir behandeln aber auch Texte von neueren neo-aristotelischen Philosophen wie Elizabeth Anscombe, Alasdair MacIntyre, Philippa Foot und Judith Shklar. Dabei liegt immer auch ein Fokus auf der Frage, wie sich die Tugend zu ihrem Gegenteil, dem Laster, verhält. Allen Teilnehmenden werden die Textgrundlagen in digitaler Form zugänglich gemacht. Die Veranstaltung wird digital durch Quizze und (Video-)Dokumentationen begleitet. Literatur zur Einführung: Christoph Halbig/Felix Timmermann: Handbuch Tugend und Tugendethik, Wiesbaden 2021.

#### **Um(welt)denken? Das Verhältnis von Environmental Humanities und Philosophie** (Seminar)

Die Environmental Humanities (deutsch: Umweltgeisteswissenschaften) sind ein vergleichsweise neues Forschungsfeld, das sich mit Umweltthemen aus interdisziplinärer geisteswissenschaftlicher Perspektive auseinandersetzt. Forschungsschwerpunkte der Environmental Humanities sind unter anderem [1] das Verhältnis von politischen Entwicklungen und Umweltveränderungen („political ecology“), [2] die Geschichte(n) von natürlichen und synthetischen Materialien und ihren Auswirkungen auf gesellschaftliche Prozesse („material ecology“), sowie [3] die literarische und künstlerische Auseinandersetzung mit Umweltphänomenen („cultural ecology“). Das Verhältnis von menschlicher (z.B. politischer oder künstlerischer) und ökologischer (z.B. Erdbeben, Klimaveränderungen) Sphäre wird dabei stets als reziprok beeinflussend verstanden. Menschliches Handeln, Interpretieren und Repräsentieren von Naturphänomenen beeinflusst und formt Umwelten. Zugleich ist menschliches Handeln, Interpretieren und Repräsentiere ... (weiter siehe Digicampus)

#### **Prüfung**

##### **PHI-0212 Probleme und Perspektiven der Philosophischen Ethik**

Modulprüfung, Präsentation einer schriftlichen Hausarbeit mit kritischer Aussprache (30 Minuten)

##### **Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Modul PHI-0213: MPhil 5: Probleme und Perspektiven der Metaphysik und Religionsphilosophie</b><br><i>Problems and Perspectives of Metaphysics and Philosophy of Religion</i>   |   | 18 ECTS/LP   |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: N.N.  |   |  |
| <b>Inhalte:</b><br>Gegenstand der Veranstaltungen sind einschlägige Themen und Debatten im Bereich der Metaphysik und Religionsphilosophie.   |   |  |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden vertiefen ihre Fähigkeit zur eigenständigen Auseinandersetzung mit einschlägigen Fragestellungen der Metaphysik und der Religionsphilosophie.   |   |  |
| <b>Bemerkung:</b><br>Für Moduldetails beachten Sie bitte auch den Leitfaden für alle Studiengänge:<br><a href="https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/">https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/philsoz/fakultat/philosophie/leitfaden/</a>   |   |  |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 400 Std.  |   |  |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine  |   | <b>ECTS/LP-Bedingungen:</b><br>Bestehen der Modulprüfung |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>2. - 3.           | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester          |
| <b>SWS:</b><br>4  | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>siehe PO des Studiengangs |  |
| <b>Modulteile</b>   |   |  |
| <b>Modulteil: Hauptseminar zur Metaphysik und Religionsphilosophie</b><br><b>Lehrformen:</b> Hauptseminar<br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2   |   |  |
| <b>Modulteil: Eine Lehrveranstaltung (nach Wahl) zur Metaphysik oder Religionsphilosophie</b><br><b>Sprache:</b> Deutsch<br><b>SWS:</b> 2   |   |  |
| <b>Zugeordnete Lehrveranstaltungen:</b><br><b>Grundfragen der Metaphysik</b> (Vorlesung)<br>Der Begriff „Metaphysik“ wird oft mit abstrakten und realitätsfernen Gedankengängen in Verbindung gebracht. Metaphysik als Frage nach dem „Seienden als Seiendem“ (Aristoteles) auf der einen Seite und als Frage nach dem höchsten Seienden auf der anderen dürften diese Meinung zuerst einmal bestärken. Aber viele alltägliche Auseinandersetzungen und Probleme betreffen die letzten Grundannahmen, die jeder/jede von uns über sich selbst und die Wirklichkeit macht. Diese letzten Annahmen bestimmen – häufig ohne dass wir uns dessen bewusst wären – unsere Einstellungen, Entscheidungen und Lebensorientierung. Sie betreffen u. a. folgende Frage: Was gibt es eigentlich? Aus welcher Art von Dingen (Entitäten) setzt sich die Welt zusammen? Was ist real und was ist Fiktion? Gibt es objektive Wahrheit? Inwiefern sollen wir in der Metaphysik auf unsere Erfahrung und wissenschaftliche Erkenntnisse zurückgreifen? Abschließend wird auf metaphysikkritische Einwände sowie auf die Metaphysik als Grundlagendis<br>... (weiter siehe Digicampus) |   |  |

**Prüfung**

**PHI-0213 Probleme und Perspektiven der Metaphysik und Religionsphilosophie**

Modulprüfung, Präsentation einer schriftlichen Hausarbeit mit kritischer Aussprache (30 Minuten)

**Prüfungshäufigkeit:**

jedes Semester

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Modul MTH-2020: Masterarbeit mit Kolloquium</b><br><i>Master thesis incl. presentation</i>  |  | 30 ECTS/LP                                      |
| Version 1.0.0 (seit WS15/16)<br>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Marc Nieper-Wißkirchen   |  |   |
| <b>Lernziele/Kompetenzen:</b><br>Die Studierenden kennen den aktuellen Stand der Forschung in einem Spezialgebiet sowie die entsprechende Literatur. Sie sind in der Lage, moderne mathematische Methoden zur vertieften Bearbeitung einer Fragestellung der aktuellen Forschung einzusetzen. Sie besitzen die Kompetenz, ein mathematisches Problem innerhalb einer vorgegebenen Frist selbständig mit wissenschaftlichen Methoden umfassend zu bearbeiten und die wissenschaftlichen Grundlagen des Problems sowie ihre Ergebnisse schriftlich darzustellen. Integrierter Erwerb von Schlüsselqualifikationen: Teamfähigkeit, Durchhaltevermögen, Fähigkeit zur schriftlichen Dokumentation eigener wissenschaftlicher Ergebnisse, kritische Reflexion eigener Ergebnisse im internationalen wissenschaftlichen Kontext, Grundsätze gute wissenschaftlicher Praxis |  |   |
| <b>Arbeitsaufwand:</b><br>Gesamt: 900 Std.<br>4 Std. Anfertigen von schriftlichen Arbeiten (Selbststudium)   |  |   |
| <b>Voraussetzungen:</b><br>keine   |  |   |
| <b>Angebotshäufigkeit:</b>   | <b>Empfohlenes Fachsemester:</b><br>4. | <b>Minimale Dauer des Moduls:</b><br>1 Semester |
| <b>SWS:</b><br>0   | <b>Wiederholbarkeit:</b><br>beliebig   |   |
| <b>Modulteile</b>  |  |   |
| <b>Modulteil: Masterarbeit mit Kolloquium</b><br><b>Lehrformen:</b> Kolloquium<br><b>Sprache:</b> Deutsch / Englisch<br><b>Angebotshäufigkeit:</b> jedes Semester<br><b>ECTS/LP:</b> 30.0  |  |   |
| <b>Inhalte:</b><br>Entsprechend gewähltes Thema<br>Voraussetzungen: Grundlegendes Wissen in einem überwiegenden Teil aller mathematischen Teildisziplinen, vertieftes Wissen in einem Spezialgebiet.   |  |   |
| <b>Prüfung</b><br><b>Masterarbeit mit Kolloquium</b><br>Masterarbeit / Prüfungsdauer: 6 Monate   |  |   |